Untersuchungen über die im Wiederkäuermagen vorkommenden Protozoen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

genehmigt von der philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin.

Von

Robert Braune,
Magdeburg.

Tag der Promotion: 8. November 1913.

Jena
Gustav Fischer
1913.

7

Untersuchungen über die im Wiederkäuermagen vorkommenden Protozoen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

genehmigt von der philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin.

Von

Robert Braune,

Magdeburg.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Tag der Promotion: 8. November 1913.

Jena

Gustav Fischer

1913.

Referenten:

Professor Dr. **F. E. Schulze.**
Professor Dr. **Wilh. Branca.**

Abdruck aus dem
Archiv für Protistenkunde. Bd. 32 1913.
Herausgegeben von Dr. M. Hartmann und Dr. S. v. Prowazek.
Verlag von Gustav Fischer, Jena.

Meiner Mutter!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547017_0102

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Inhaltsübersicht.

Einleitung.
Material und Untersuchungsmethoden,
Historischer Überblick über die bisherigen Untersuchungen.
Spezieller Teil:
1. Amöbinen.
2. Flagellaten.
3. Ciliaten.
A. Holotricha.
1. *Isotricha ruminantium* Schuberg.
2. *Isotricha prostoma* Stein.
B. Peritricha.
1. Allgemeines.
2. *Entodinium bursa* Stein.
3. *Ophryoscolex purkynjei* Stein.
4. Bau und Bedeutung der Stachelfortsätze.
5. Physiologische Bedeutung der Ciliaten.
6. Cystenbildung.
Zusammenfassung.
Literaturverzeichnis.

Einleitung.

Die im Pansen unserer heimischen Wiederkäuer vorkommenden Ciliaten sind wiederholt der Gegenstand von Untersuchungen von Tierärzten gewesen, die sehr wohl ihr Augenmerk auf eine genaue Bestimmung der Arten richteten, denen es in der Hauptsache aber darauf ankam, den Infektionsmodus zu ergründen. Die letztere Frage ist in der vorliegenden Arbeit nicht berührt worden. Wohl sind auch cytologische Befunde an den Ciliaten von einigen Forschern beschrieben worden (Schuberg, Eberlein, Günther), aber immerhin waren noch manche Punkte vorhanden, die einer Klärung bedurften.

Die kleinen Formen dagegen, die Flagellaten und die Amöben, sind, abgesehen von kurzen Bemerkungen von Davaine und Certes, meines Wissens erst in einer neueren Arbeit von Liebetanz einer Untersuchung unterzogen worden. Da jedoch die Abbildungen und die beigefügte Beschreibung eine völlige Klarheit über die Arten und ihren morphologischen Bau noch nicht schaffen, so schien auch hier eine Nachprüfung geboten.

Die noch ungelösten Fragen ihrer Klärung näher zu bringen, ist mit dieser Arbeit angestrebt worden. Inwieweit es mir gelungen ist, mögen die folgenden Ausführungen zeigen. Wenn ich auch hoffen darf, einen kleinen Beitrag zur weiteren Kenntnis dieser Protozoen geliefert zu haben, so bin ich mir sehr wohl bewußt, daß noch viele Fragen ungelöst geblieben sind und somit den Antrieb zu weiterer Forschung geben.

An dieser Stelle möchte ich nicht unterlassen, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Max Hartmann, für die Anregung zu dieser Arbeit und für die vielen Ratschläge meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Material und Untersuchungsmethoden.

Das zur Untersuchung erforderliche Material verschaffte ich mir in beliebiger Menge auf dem hiesigen Zentral-Schlacht- und Viehhof. Das Auftreten der Protozoen war wechselnd. Manchmal waren sie so spärlich, daß eine Bearbeitung des Materials sich nicht lohnte.

Das entnommene Material stammte hauptsächlich aus den Pansen von Rind und Schaf. Doch wurde zu Vergleichszwecken auch der Inhalt des Coecums des Pferdes untersucht. Im Gegensatz zu meinen Vorgängern habe ich aus den betreffenden Magenabteilungen nicht den flüssigen Inhalt, sondern die mit der Magenflüssigkeit durchtränkten festen Bestandteile herausgenommen. Es hatte sich bei der Untersuchung gezeigt, daß die hier besonders berücksichtigten Protozoen weniger in der Flüssigkeit als zwischen den festen Bestandteilen vorkommen, daß die in der Flüssigkeit sich bewegenden Formen sich nur von den Futterpartikeln getrennt haben. Es ist daher bei der von Schuberg angewandten Methode, nur die Flüssigkeit zu entnehmen, weiter nicht auffällig, daß sich in der Flüssigkeit „die Tiere als ein milchweißer Bodensatz von oft über 1 mm Höhe ansammeln". Diese Ansammlung am Boden möchte ich aber weniger auf eine Anziehung durch die Wärme zurückführen, wie Schuberg dies tut, sondern ich glaube eher annehmen zu dürfen, daß die Tiere durch ihre Körperschwere zu Boden sinken. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die nach der Fixation aus den Futterpartikeln herausgefallenen Ciliaten sich stets am Grunde des Glases ansammeln. Die festen mit dem Magensaft durchtränkten Bestandteile wurden in einige, vorher in den Hosentaschen angewärmte Gläser gefüllt und nach dem Beispiel Eberlein's wieder in den Hosentaschen im Sommer wie im Winter nach dem ungefähr eine Stunde entfernten Laboratorium geschafft. In keinem einzigen Falle waren die Protozoen abgestorben. Hier wurden sie in einem Thermostaten bei 37° gehalten, um ein rasches Absterben nach Möglichkeit zu verhindern.

Die Lebenduntersuchung der Protozoen geschah auf dem heizbaren Objekttisch, weil diese bei einer Temperatur unter 20° bald abstarben. Untersucht wurden sie bei einer Durchschnittstemperatur von 30° C. Diese Methode habe ich mit großem Vorteil angewendet Ich habe daher auf die von Fiorentini und Eberlein benützten Methoden verzichten zu können geglaubt, weil sie nicht den hohen Grad einer gleichbleibenden Temperatur für sich in Anspruch nahmen. Ersterer brachte Tropfen heißen Wassers auf den Objektträger neben das Präparat, das nach seinen Angaben somit den nötigen Grad der Wärme erhielt. Eberlein stellte unter eine dem Objekttisch des Mikroskops entsprechend große Glasplatte zwei kleine Flämmchen und erzielte so die zur Untersuchung erforderliche Wärme.

Zur Lebenduntersuchung wurde dem Glase eine Probe entnommen, soviel als man mit drei Fingern erfassen kann, und auf

dem Objekttisch ausgepreßt. Dabei bleiben die größeren Bestandteile in der Hand, während die feinen Pflanzenpartikel mit den Protozoen auf die Platte gelangen und dort eine sehr gute Stütze für die dann aufgelegten Deckgläschen bilden. Es konnte daher von mechanischen Stützen abgesehen werden. Diese feinen Beimengungen hatten überdies den Vorteil, daß sie zwar die Geschwindigkeit, nicht aber die Bewegungsfreiheit der Protozoen beeinträchtigten, so daß die Lebenduntersuchung auch ohne irgendwelche Zusätze möglich war. Wenn diese von früheren Forschern besonders empfohlen wurden, so handelte es sich ja nur um die Untersuchung der Ciliaten, die ja allerdings ohne die natürlichen Hemmnisse mit beträchtlicher Geschwindigkeit durch das Gesichtsfeld sausen.

Für die Flagellaten aber, die im Verhältnis zu den Ciliaten bedeutend kleiner sind und weniger schnell sich fortbewegen, ist eine die Bewegung herabsetzende Zusatzflüssigkeit nicht erforderlich. Die Lebenduntersuchung der Flagellaten gibt sehr wohl Aufschluß über die Fortbewegung und Schlagrichtung der Geißeln. Dagegen ist es unmöglich, bei den vielgeißeligen Tieren die Anzahl der Geißeln festzustellen, was im gefärbten Präparat auch nur schwer gelingt.

Um die Protozoen auch im gefärbten Zustande zu untersuchen, wurden Deckglasausstriche hergestellt. Es kam ausschließlich die Feuchtbehandlung in Anwendung. Die mit einer dünnen Eiweißschicht überzogenen Deckgläschen wurden auf die auf dem Objekttisch ausgepreßte Flüssigkeit gelegt und dann nach einigen Sekunden mit der Schichtseite nach unten in die Fixierungsflüssigkeit gebracht. Als solche kam ausschließlich heißer Sublimatalkohol nach Schaudinn in Betracht. Die Fixierung mit der Flemming'schen Lösung konnte nicht verwendet werden, da bei dieser Methode das Eiweiß nicht schnell genug ausgefällt und der am Deckglas bislang haftende Inhalt abgespült wurde. Wenn auch naturgemäß bei der Sublimatalkoholmethode reichliche Mengen abschwammen, so blieb bei gutem Material doch immerhin noch so viel haften, daß sich eine Untersuchung lohnte und das Abschwimmen obendrein den Vorteil gewährte, daß die Ausstriche nicht zu dick ausfielen.

In der Fixierungsflüssigkeit blieben die Ausstriche 24 Stunden liegen und wurden dann mit Jodalkohol eine halbe Stunde ausgewaschen. Gefärbt wurde in der Hauptsache mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain, da es die schärfsten Bilder lieferte. Aber auch andere Farbstoffe wurden verwandt, wie Hämatoxylin nach Delafield, die Feucht-Giemsa-Methode, Boraxkarmin. Um eine gute

Färbung der später zu besprechenden Basalkörnchen bei den Flagellaten und der Fibrillen bei den Ciliaten zu erzielen, blieben die Präparate zwei Tage in der Heidenhain-Flüssigkeit und wurden dann, je nach der Reichhaltigkeit der Flagellaten oder der Ciliaten, schwächer oder stärker differenziert. Die Flagellaten hatten meist dann den richtigen Grad der Differenzierung erreicht, wenn die im gleichen Präparat vorhandenen Ciliaten eben anfingen, durchscheinend zu werden. Nach den Alkoholstufen wurde Canadabalsam als Einbettungsmittel verwendet.

Eine besondere Geißelfärbung, wie sie Liebetanz in seiner Arbeit für die Flagellaten vorschlägt, ist nicht erforderlich, da die Geißeln bei der Eisenhämatoxylinfärbung nach Heidenhain und bei der Hämatoxylinfärbung nach Delafield sehr gut und deutlich zu erkennen sind. Die Löffler'sche Geißelfärbung hat sich als untauglich erwiesen, da die Ausstriche durch die kleinen anhaftenden Futterpartikelchen immer noch zu dick für diese Färbung ausfielen. Auch die Zettnow-Färbung hat mir keine guten Resultate gebracht.

Bei der Feuchtfixierungsmethode ist es niemals vorgekommen, daß die Geißeln irgendwie beschädigt oder gar abgebrochen wären. Es sind daher die Mängel einer genauen Bestimmung der Geißeln und der sich daraus ergebenden Klassifizierung der Flagellaten bei Liebetanz auf die Unzulänglichkeit seiner Trockenfixierungsmethode zurückzuführen.

Ferner wurden Schnitte hergestellt, um klarere Bilder über den feineren Bau der Ciliaten zu erhalten. Die von Khainsky vorgeschlagene Methode der Einbettung habe ich in einem Punkt modifiziert. Khainsky brachte seine *Paramaecien* 2—3 Stunden in eine Lösung von Xylol-Paraffin im Probierglas bei 56° C und kühlte dann rasch das Probierglas ab: „Es ergab sich dann eine festgeformte Masse, die sich leicht aus dem Glas herauslösen ließ. Ihr unterer Teil wurde an der Stelle, wo sich die *Paramaecien* befanden, abgeschnitten und in reines Paraffin getaucht." Das Herauslösen des Blockes aus den Röhren ist mir bei meinem Material nicht gelungen, und ich habe daher einen anderen Weg eingeschlagen. Um ein Anhaften des Materials am Boden des Glases zu verhindern, wurde es leicht im flüssigen Paraffin hin und her geschüttelt und dann zur Erstarrung gebracht. Dann wurde das Gläschen umgekehrt, mit dem Boden nach oben, in ein mit frischem flüssigen Paraffin gefülltes Uhrschälchen im Brutofen von 58° gestellt. Bei dem Aufweichen des Paraffins sank das Material allmählich auf den Boden des Uhrschälchens hinab und sammelte sich als Block an, der bei

ruhigem Stehen im Thermostaten auch nach der Entfernung des Gläschens seine Form beibehielt und so als kompakter Block leicht herausgeschnitten werden konnte.

Diese Methode hat mir sehr gute Dienste geleistet. Ich habe auf leichte und bequeme Weise eine große Menge von Schnitten herstellen können. Zwar waren diese, was ja natürlich ist, nicht orientiert, aber die reiche Masse von Schnitten entschädigte für diesen Übelstand.

Für die Untersuchung der weniger komplizierten Ciliaten, der Holotrichen, reichte die oben genannte Methode aus. Zum Verständnis der außerordentlich hoch differenzierten Ophryoscoleciden waren Einzeleinbettung und Serienschnitte erforderlich. Bei dieser nicht sehr einfachen Methode war es ein sehr willkommener Umstand, daß sich das Tier stets auf die Seite legte, und man daher meist gute Längsschnitte erwarten durfte.

Für die Schnitte erwies sich die Fixierung mit heißer Flemming-Lösung besser als mit Sublimatalkohol, da keine Verzerrungen im Plasma auftraten. Die Färbung geschah ebenfalls meist mit Heidenhain-Hämatoxylinfärbung. Aber auch Rosenbusch-Hämatoxylin, Delafield und Feucht-Giemsa-Färbung lieferten annehmbare Bilder.

Literatur.

Die Literatur über die im Wiederkäuermagen vorkommenden Protozoen ist gering. Die meist sehr zahlreich auftretenden und durch ihre Größe auffallenden Ciliaten hatten die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen und waren daher zuerst bekannt geworden. Die Verdienste der ältesten Beobachter über den vorliegenden Gegenstand hat Eberlein in seiner Literaturübersicht würdig beleuchtet, so daß ich mir eine Wiederholung der Angaben wohl versagen darf. Ich werde daher nur auf diejenigen Arbeiten eingehen, die auf die Cytologie Bezug zu nehmen beginnen, d. h. auf alle Arbeiten, die seit dem Jahre 1888, mit der Arbeit Schuberg's entstanden sind.

Die neueren Forscher haben sich hauptsächlich mit der praktischen Seite befaßt und sind der Frage der Infektion nachgegangen. Daneben ist von Eberlein der Versuch der Bestimmung der einzelnen Ciliatenarten und von Günther eine ausführlichere Beschreibung der Ophryoscoleciden geliefert worden. Liebetanz dagegen widmet seine Aufmerksamkeit den bisher unbeachtet gebliebenen Flagellaten und Amöben und sucht sie im System unterzubringen.

Da die Resultate meiner Untersuchungen zum Teil von den Ergebnissen der eben erwähnten Forscher abweichen, so werde ich mich mit ihnen auseinanderzusetzen haben und werde dies an den betreffenden Stellen tun, so daß ich an dieser Stelle nicht darauf einzugehen habe. Ehe ich an die Schilderung der von mir gewonnenen Ergebnisse herangehe, möchte ich vorausschicken, daß die einzelnen Befunde nach der systematischen Stellung der Tiere abgehandelt werden.

Spezieller Teil.

1. Amoebina.

Entamoeba bovis Liebetanz (syn. ***Amoeba bovis*** Liebetanz).

Diese mit vorstehendem Namen belegte Amöbe ist identisch mit der von Liebetanz beschriebenen *Amoeba bovis*. Daß er diese nur in drei Rindern aufgefunden hat, ist verwunderlich, da ich sie sowohl im Rind wie im Schaf beinahe stets habe nachweisen können. Sie tritt ziemlich regelmäßig auf, aber nie in großen Mengen. Und zwar war sie dann reichlicher, wenn die Flagellaten in großer Menge den Pansen bevölkerten. Aber auch bei guter Ciliatenentwicklung habe ich sie gesehen, und ich habe kein einziges Mal beobachtet, daß sie von den großen Ciliaten gefressen wäre.

Die von Liebetanz angegebene Größe von 20 μ stimmt mit Formen, die mir vorgelegen haben, überein. Doch ist diese Zahl nicht absolut zu nehmen, denn die Größe der Entamöbe schwankt außerordentlich. Die kleinen Formen, die uns entgegentreten, stellen möglicherweise die eben aus der Cyste geschlüpften Entamoeben dar, die dann erst zu beträchtlicher Größe heranwachsen.

Im Leben gleicht sie an Aussehen der von Prowazek beschriebenen *Entamoeba buccalis* und der von Hartmann untersuchten *Entamoeba tetragena*. In der Ruhe ist eine deutliche Sonderung in ein stark lichtbrechendes Ectoplasma und ein mehr vacuolisiertes Entoplasma zu bemerken. Sie nimmt jedoch im Ruhezustand nicht eine viereckige, sondern meist eine kuglige Gestalt an. Das Ectoplasma erscheint zähflüssig und homogen. Die Bewegung der vegetativen Formen erinnert ebenfalls an die der obengenannten Arten.

Es entstehen meist nur wenige, breitlappige Pseudopodien, sog. Bruchsackpseudopodien, wie sie von Hartmann so anschaulich bei der *Entamoeba tetragena* beschrieben sind. Sehr häufig aber quillt nur ein Pseudopodium hervor, so daß ein gleichmäßiges, träges Dahinfließen des ganzen Individuums nach einer Richtung stattfindet, ganz nach dem Typ von Limaxamöben. Dieses Verhalten läßt sich auch im gefärbten Präparat nachweisen. Hier verschwindet allerdings die in vivo auffallende Scheidung von Ecto- und Entoplasma. Die Wabenstruktur des Plasmas tritt dann mehr oder weniger deutlich hervor.

Der Kern ist schon im Leben als heller Fleck von kugliger Beschaffenheit im Plasma zu erkennen. Im gefärbten Präparate tritt er uns als typischer Entamöbenkern entgegen. Er ist nicht eine einfache kompakte Chromatinkugel, wie bei Limaxamöben, sondern das Chromatin liegt zerstreut im Außenkern resp. an der Kernmembran. In den meisten Fällen befindet sich in der Mitte ein kleines Caryosom mit einer hellen Zone. Möglicherweise spielen sich am Kern dieselben cyclischen Veränderungen des Auf- und Abbaues der chromatischen Substanz ab, wie sie durch Hartmann für *Entamoeba tetragena* bekannt geworden sind. Nur lassen sich diese Verhältnisse bei der Kleinheit des Objekts sehr schwer feststellen. Aus der typischen Beschaffenheit des Kernes geht unzweifelhaft hervor, daß wir es hier mit einer Entamöbe zu tun haben, und ich habe daher die Angaben von Liebetanz berichtigt.

Das Plasma enthält in den meisten Fällen keine Einschlüsse. Doch kommt es gelegentlich vor, daß ganz kleine besondere kuglige Cellulosepartikelchen eingelagert sind. Diese liegen dann in einer großen Nährvacuole. Eine kontraktile Vacuole habe ich nicht feststellen können.

Über die Fortpflanzung vermag ich nicht viel anzugeben. Mir selbst hat nur eine einzige Teilung vorgelegen, und zwar befand sie sich auf einem weit vorgerückten Stadium. Es kommt Zweiteilung vor, und in dem erwähnten Falle waren die Kerne vollständig getrennt, und die beiden Plasmaleiber hingen nur noch mit einer feinen Plasmabrücke zusammen. Die Kerne zeigten noch Spuren der Durchschnürung, denn sie hatten noch nicht die definitive Kugelgestalt angenommen. Auch waren sie noch aufgelockerter und daher an Umfang größer als im Normalstadium. Wie die Kernteilung vor sich geht, vermag ich daher nicht anzugeben. Wenn man berücksichtigt, daß die Teilung der Amöben nur wenige Minuten

in Anspruch nimmt und von den bisher bekannten Entamöben so gut wie gar keine vollständige Durchschnürung bekannt geworden ist, so kann es uns bei dieser Form nicht sonderlich vorkommen, zumal sie auch nie in großen Mengen auftritt.

Irgendeine Cystenbildung konnte ich ebenfalls nicht feststellen. Mit der Entdeckung dieser Dauerformen würde die bis jetzt noch völlig dunkle Frage der Infektion gefördert sein.

Meine Züchtungsversuche mit dieser Entamöbe sind fehlgeschlagen. Auf den in unserem Institut sonst mit großem Erfolg verwandten Agarplatten tritt keine Entwicklung ein, mochte die Kultur aerob oder anaerob gehalten sein.

Mastigamoeba bovis Liebetanz.

Diese Form wie die *Entamoeba bovis* hat Liebetanz nur in drei Fällen beobachtet. Trotz eigens darauf gerichteter Untersuchung habe ich die Existenz dieses Tieres nicht feststellen können. Möglicherweise handelt es sich um ein Tier, das durch Zufall, ähnlich wie die von ihm beschriebene Peridinee, in den Magenraum der Wiederkäuer geraten ist.

2. Flagellaten.

Wie schon eingangs erwähnt, hatte sich Liebetanz die dankenswerte Aufgabe gestellt, Klarheit über die im Pansen vorkommenden Flagellaten zu schaffen. Die Trockenfixierungsmethode jedoch hat ihm die Erreichung seines Zieles unmöglich gemacht. Bei der Feuchtbehandlung der Präparate habe ich ein wesentlich anderes Ergebnis erhalten. Die gefundenen Flagellaten habe ich nach den nicht ganz klaren Abbildungen von Liebetanz, die nur nach dem Leben gezeichnet sind, zu bestimmen versucht und dabei gefunden, daß sich so manche mit den beschriebenen Formen nicht decken. Die von Liebetanz gefundenen Flagellaten sind alle eingeißelig, während meine Formen zum Teil drei und mehr Geißeln aufwiesen. Abgesehen von der Zahl der Geißeln, weicht auch die Körpergestalt meiner Formen von denen von Liebetanz ab.

Es ist daher notwendig, die neuen Flagellaten im System einzuordnen. Diesem Versuch lege ich die Einteilung der Flagellaten von Hartmann zugrunde. Da dieser zu den Protomonadinen auch die Polymastigiden stellt, so gehören alle von mir gefundenen Flagellaten zu der Ordnung der Protomonadinen. Diese werden von

Hartmann folgendermaßen charakterisiert: „Ihr Körper ist mehr oder minder metabol, ja selbst amöboid beweglich. Sie besitzen eine bis acht Geißeln, die gleich oder verschieden lang sein und mannigfaltige Anordnung aufweisen können, aber stets durch Basalkörper inseriert sind, die vielfach durch einen Rhizoplasten mit dem Kern in Verbindung stehen.“ In bezug auf die Geißeln muß diese Charakteristik eine Erweiterung erfahren, daß acht und mehr Geißeln auftreten können. Die Beschreibung der einzelnen Arten — es sind in dieser Arbeit nur die häufiger auftretenden Formen berücksichtigt worden — wird in der Weise erfolgen, wie sie sich im System einordnen, nicht aber nach dem Grad ihres Auftretens.

Die Flagellaten kommen zwar ziemlich regelmäßig, aber nie in übergroßer Menge vor. Meist bleibt ihre Zahl hinter der der Ciliaten, mit denen sie vergesellschaftet leben, zurück. Es kann wohl die Zahl der Ciliaten reduziert erscheinen, ohne daß aber dann ein Überwuchern der Flagellaten damit Hand in Hand geht. Liebetanz hat das damit begründet, daß die Diplodinien und Entodinien sich als die größten Feinde der Flagellaten erweisen. Nach ihm sind diese Ciliaten oft mit den Flagellaten angefüllt. Etwas derartiges ist mir bei meinen Untersuchungen nicht entgegengetreten. Den Flagellaten, die in die von den Ciliaten erzeugten Wirbelströmungen geraten waren, gelang es stets wieder aus diesen herauszukommen. Ferner sind nach Liebetanz die mittelgroßen und kleinsten Flagellatenformen in der Regel in ungeheurer Zahl vorhanden, die großen Formen, die maximae, treten im Vergleich zu diesen spärlich auf. Der Grund soll darin bestehen, daß die größten Formen sich schwer gegen ihre Feinde schützen können, weil sie nicht so behend sind wie die mittelgroßen und kleinsten Formen. Demgegenüber möchte ich feststellen, daß die größeren Formen, wie *Piromonas communis* und *Callimastix frontalis*, stets auch in Material vorkommen, in denen Entodinien und Diplodinien reichlich vertreten sind, ja daß sie manchmal nur ausschließlich in solchen Proben zu finden sind. Dieser Umstand spricht doch bedenklich gegen die Auffassung von Liebetanz. Die Flagellaten sind widerstandsfähiger als die Ciliaten, wie Liebetanz richtig erkannt hat. Die allerempfindlichsten sind ja die großen Ciliatenarten, die schon nach wenigen Stunden abgestorben sind. Nach 24stündigem Stehen des Materials im Brutofen konnte ich immer feststellen, daß *Entodinium minimum* als einziges überlebendes Ciliat neben den noch lebhaft sich bewegenden Flagellaten auftrat. Auch nach 5 Tagen waren

zwar wenige Flagellaten, aber immerhin solche, noch am Leben. Doch verlohnt es sich nicht, nach 24 Stunden erst das Material zu Ausstrichen zu verwenden. Die Regel ist am besten die, das Material für die Ausstriche sofort zu fixieren.

Bei meinen Untersuchungen fiel mir auf, daß irgendwelche Teilungsbilder der Flagellaten so gut wie gar nicht bei Material aus der Mitte des Pansens anzutreffen waren. Ich wandte daher meine Aufmerksamkeit der Pansenwandung mit den Zotten zu. Meine Hoffnung, dort an oder in dieser Zottenwand vielleicht irgendwelche Dauerformen festzustellen, blieb unerfüllt. An mikroskopischen Schnitten einzelner Zotten war absolut nichts zu finden. Dagegen konnte ich feststellen, daß hauptsächlich zwischen den einzelnen Zotten die Flagellaten in Teilung begriffen sind, und gar nicht selten, zumeist häufig in einer sog. multiplen Teilung. Leider ist es mir nicht gelungen, irgendwelche Kernteilungsfiguren zu finden. In allen Fällen waren die Kerne und damit in Zusammenhang die Geißeln in voller Zahl vorhanden. Es fehlte nur noch die Plasmazerschnürung. Die Gründe sind sicherlich die gleichen, die ich bei der *Entamoeba* angegeben habe, daß nämlich die Zeit der Kernteilung eine sehr kurze ist.

Auffällig erscheint mir ferner der Umstand, daß bei mehreren Tieren so außerordentlich lange Geißeln auftreten, die die Körperlänge um ein beträchtliches überragen. Eine Erklärung vermag ich darüber nicht zu geben.

Liebetanz hat sodann ein eigenartiges Verhalten an den Geißeln festgestellt. Bei seiner Fixierungsmethode ist es häufiger vorgekommen, daß die Geißeln von den Flagellaten abgeworfen wurden. Er sagt dann weiter, daß die Einpflanzungsstelle derselben, das Protoplasmaklümpchen, stets mitgenommen wird. „Die Geißel ist, wenn sie abgeworfen worden ist, nicht etwa gleich tot, sie macht jetzt noch heftige Bewegungen, welche schraubenförmig sind; dabei kommt eine zuweilen sehr schnelle Vorwärtsbewegung zustande oder sie macht schlängelnde und sogleich mit der Vorderhälfte peitschenförmige Bewegungen nach rechts und links."

Hierzu möchte ich bemerken, daß sich eine kleine Spirochäte, die zwar nicht immer, aber auch nicht selten im Pansen vorkommt, genau wie die abgelösten Geißeln verhält. Ich habe von einer besonderen Untersuchung abgesehen, da sie mir nichts Besonderes bot. Die von mir oben citierte Beschreibung von Liebetanz deckt sich vollkommen mit dem Verhalten der Spirochäte. Sie geht sehr

schnell in Schraubenform noch vorn und schießt auf die gleiche Weise zurück. Wenn sich allmählich das Medium ändert, so wird naturgemäß auch „ihre Bewegung allmählich langsamer, die Intensität wird immer schwächer, bis sie schließlich ganz ruhig daliegt, abgestorben ist".

Systematik.

Flagellata Cohn em. Bütschli.

Ordn.: *Protomonadina* Blochmann.

Fam.: A. *Monadidae.*

1. Gattung: *Monas.*
   Monas communis Liebetanz (= *Sphaeromonas communis* Liebetanz).
2. Gattung: *Piromonas* Liebetanz.
   Piromonas communis Liebetanz.

B. *Tetramitidae* Bütschli.

1. *Trichomastix ruminantium* n. sp.
2. *Trichomonas ruminantium* n. sp.

C. *Polymastigidae.*

1. Gattung: *Callimastix* Weissenberg.
   Callimastix frontalis n. sp.

Gattung: *Monas.*

Monas communis Liebetanz (syn. *Sphaeromonas communis* Liebet).

Dieses Flagellat ist am häufigsten von allen anzutreffen, wie schon von Liebetanz erwähnt wird. In bezug auf seine Größe ist es einigen Schwankungen unterworfen. Die Gestalt entspricht einer kleinen Kugel und ist formbeständig. Von einer kurzen vorübergehenden Veränderung ihrer Körperbeschaffenheit habe ich nichts gefunden. Die Größe beträgt im Durchmesser meist 4 μ, doch können auch gelegentlich größere Dimensionen erreicht werden.

Das Protoplasma erscheint im Leben farblos. Es enthält meist gar keine oder sonst nur wenige kleine Einschlüsse, die mehr in der Hinterpartie des kugligen Körpers aufgespeichert liegen.

In der Vorderpartie ruht der Kern. Im Leben tritt er als heller Fleck uns entgegen. Nach gefärbten Präparaten stellt er ein kleines kompaktes Caryosom dar, das mit einer hellen Zone, der Kernsaftzone, umgeben ist. An der Peripherie des vorderen Körperabschnittes liegt die Insertionsstelle der einen langen Geißel, das Basalkörnchen, das mit dem Kern durch einen Rhizoplasten verbunden ist. Bei der Fortbewegung ist die ca. 18 μ lange Geißel stets gerade gerichtet und macht nie schlängelnde Bewegungen. Das Tier geht stets mit seinem Hinterende voran. Das Fortkommen beruht darauf, daß die Geißel nicht in die Verlängerung der Achse der Kugel gestellt ist, sondern etwas außerhalb dieser liegt, und somit eine Rotation des Tieres ermöglicht wird. Die Drehung erfolgt stets im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers. Die Bewegung ist eine wackelnde zu nennen. Ich möchte an dieser Stelle betonen, daß in all den Fällen, in denen Liebetanz ein Herumlegen der Geißel um den Körper beobachtet hat, nur die von ihm beschriebenen Piromonasformen in Betracht kommen. Sodann hat er weiter eine eigenartige Erscheinung beschrieben. Er sagt: „Bleibt das Flagellat auf einer Stelle liegen, so sieht man zuweilen, daß in der Mitte des Vorderkörpers ein kleiner Protoplasmafortsatz, Mundfortsatz, ausgestoßen, wieder eingezogen, dann ausgestoßen und wieder eingezogen wird. Dieses Spiel wiederholt sich fortwährend Für gewöhnlich sieht man den Mundfortsatz nicht. Die Flagellaten stoßen ihn aus, wenn das Wasser auf dem Objektträger verdunstet, wenn Sauerstoffmangel vorhanden ist.“ Wenn ich hiermit meine Erfahrungen über das Verhalten der Ciliaten bei den gleichen Bedingungen, also bei Austrocknung, vergleiche, so komme ich zu dem Schlusse, daß lediglich durch Änderung der physikalischen Bedingungen eben das Hervorquellen von Protoplasma hervorgerufen wird. Meine Auffassung wird ja von Liebetanz selbst bestätigt, indem er sagt, daß diese Mundfortsatzbildung durch Reize hervorgerufen wird.

Irgendwelche Schlundbildung und Auftreten einer kontraktilen Vacuole habe ich nicht feststellen können.

Die Fortpflanzung ist auch hier eine typische Zweiteilung. Multiple Teilungen treten ebenfalls auf.

Dagegen waren Befruchtungsbilder und Cysten nicht auffindbar.

Nach der ganzen Beschaffenheit des Körpers ist die Aufstellung einer besonderen *Sphaeromonas*-Gattung nicht gerechtfertigt. Es handelt sich nur um eine besondere *Monas*-Art.

Gattung: *Piromonas* Liebetanz.

Piromonas communis Liebetanz.

Dieses von Liebetanz gefundene Flagellat gehört zu den am häufigsten auftretenden Formen. Man ist sicher, es in jedem Material, wenn auch nicht immer gleich zahlreich, anzutreffen. Der Vergleich mit einer Birne läßt sich aufrecht erhalten. Das Vorderende ist im Vergleich zum Hinterende etwas verjüngt und abgerundet. Das Hinterende dagegen ist bauchig aufgequollen. Die Länge des Körpers beträgt ungefähr 8 μ.

Das Protoplasma erscheint im Leben farblos und weist im Innern zahlreiche Körnchen auf, die im fixierten Zustande deutlicher hervortreten und dabei leider den Kern stark verdecken. Welcher Natur diese Körnchen sind, vermag ich mit Bestimmtheit nicht zu sagen. Möglicherweise handelt es sich um Reservestoffkörperchen. Ein Cytostom habe ich nicht auffinden können, und ich nehme daher mit Liebetanz an, daß die Nahrungsaufnahme durch Endosmose geschieht. Eine Vacuolenbildung habe ich nicht beobachtet. Eine Körperbeweglichkeit, wie sie Liebetanz angibt, ist mir nicht aufgefallen.

Im Innern des Protoplasmas, nach der Mitte zu, liegt der Kern der seitlichen Ausbuchtung an. Eine Beweglichkeit oder aber auch nur eine Verschiebung des Kerns habe ich nicht feststellen können. Der Kern erscheint im Leben als heller kugeliger Fleck und zeigt im gefärbten Zustand ein großes kompaktes Caryosom, das von einer schmalen Kernsaftzone umgeben ist. Von der Ansatzstelle der einen langen Geißel, dem Basalkörnchen, geht ein feiner Rhizoplast zum Kern.

Die Geißel ist kräftig, in ihrer ganzen Länge gleichmäßig dick und übertrifft die Körperlänge um das Dreifache. Sie mißt in ihrer Gesamtlänge ca. 23 μ. Sie ist aber nicht, wie Liebetanz angibt, nach hinten gerichtet, sondern zieht sich quer zur Längsachse um den Körper herum, wie wir es von der Quergeißel bei den Dinoflagellaten kennen. Die Bewegung besteht in einer ständigen Rotation um die Längsachse, im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers. Das Hinterende des Körpers bleibt dabei in der Richtung der Längsachse, während das Vorderende um diese eine Kegelmantelform beschreibt. Mit dem Vorderende ihres Plasmakörpers geht sie voran. Liebetanz gibt für die Flagellaten zwei Arten von

Bewegung an, eine lokomotorische Bewegung und eine Bewegung an Ort und Stelle. Ich kann ihm hierin nicht beipflichten. Wenn es sich um eine Bewegung handelt, so kommt nur die lokomotorische in Betracht. Die andere auf ein und derselben Stelle wird durch irgendeine Zwangslage unter dem Deckglas herbeigeführt und entspricht nicht den natürlichen Bedingungen der Bewegung. Und da sich die *Piromonas communis* sehr häufig unter dem Deckglas senkrecht zu diesem stellt, so werden sehr leicht, wenn das Hinterende dem Beschauer zugekehrt ist, Bilder hervorgerufen, wie sie Liebetanz in Fig. 1 seiner Tafeln abgebildet und als *Sphaeromonas* gedeutet hat. Einen weiteren Beweis meiner Annahme sehe ich bei einem Vergleich der Geißelstellung seiner verschiedenen *Sphaeromonas*-Arten.

Die Fortpflanzung geschieht durch Längsteilung. Es kommt Zweiteilung und multiple Teilung vor. Die Kernzerschnürungen vollziehen sich derartig schnell, daß ich leider kein Stadium davon im gefärbten Präparat habe nachweisen können. Stets fand ich die Tochterkerne vollkommen ausgebildet vor der Plasmazerschnürung. Diese ganzen Teilungsvorgänge treten nur bei ausgezeichnet reichem Material entgegen. Irgendwelche Dauerformen habe ich nicht feststellen können.

Trichomastix ruminantium nov. sp.

Die neue Art kommt ziemlich regelmäßig, aber nicht in übergroßer Anzahl vor. Sie hat eine langgestreckte Gestalt und ist birn- oder besser noch rübenförmig. Der Körper mißt in der Länge ca. 8 μ. Hinsichtlich seiner Gestalt und seines inneren Baues ähnelt er der von Prowazek beschriebenen *Trichomastix lacertae*. Die spitze Form des Körpers wird hier wie dort durch eine elastische Fibrille, den Achsenstab, hervorgerufen, der sich durch den ganzen Körper nach der Spitze zu verjüngend zieht und sich mit der Eisenhämatoxylinmethode nach Heidenhain gut nachweisen läßt. Ob er neben dem Kern zum Basalkorn zieht, kann ich zurzeit noch nicht sagen. Am vorderen Ende des Körpers entspringen 3 gleichlange (6 μ) Geißeln, die nach vorn gerichtet sind. Sie sind gleichmäßig dick und im Leben schwach lichtbrechend. Eine typische Schleppgeißel, wie sie bei *Trichomastix lacertae* existiert, habe ich nicht auffinden können. Die Bewegung des Tieres ist eine sog. wackelnde oder pendelnde, bei der die Geißeln sehr rasch schlagen. Diese nehmen

ihren Ursprung von einem verdickten Basalkorn, das daher wohl aus der Vereinigung von mehreren hervorgegangen ist. Eine Verbindung mit dem Kern habe ich nicht auffinden können. Dieser liegt am Vorderende des Achsenstabes und hat eine eiförmige Gestalt. Manchmal ist er von einer hellen Zone umgeben. Der Kern zeigt eine deutliche Kernmembran und läßt auch eine feinwabige Struktur erkennen. Ob auch ein Caryosom vorkommt, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Die Differenzierung von dem überfärbten Kern bis zur völligen Farblosigkeit vollzieht sich äußerst schnell.

Das Protoplasma läßt einen feinwabigen Bau erkennen und enthält manchmal ziemlich unregelmäßig gestaltete Einschlüsse. Ein Cytostom habe ich nicht aufgefunden.

Irgendwelche Fortpflanzungsstadien haben mir nicht vorgelegen.

Trichomonas ruminantium n. sp.

Diese mir bei meinen Untersuchungen nicht allzu häufig entgegengetretene Form hat ungefähr die Größe von 8 μ. Allzu große Gestaltveränderungen habe ich nicht feststellen können. Am vorderen Ende des Plasmaleibes entspringen 3 gleichlange Geißeln, die die Körperlänge noch etwas übertreffen. Sie sind etwas über 8 μ lang. Die Geißelbewegung ist ziemlich lebhaft im Leben und ruft den Eindruck des Wackelns bei dem Tiere hervor. Von dem für die 3 erstgenannten Geißeln gemeinsamen Basalkörnchen entspringt auch die Schleppgeißel. Sie ist ein klein wenig länger als die nach vorn zeigenden Geißeln. In der Nähe des Basalkornes liegt der eiförmige Kern, der im Innern ein dichtes engmaschiges Gerüst mit Chromatineinlagerungen zeigt. In der Nähe des Kernes liegt der von zwei scharfen Linien begrenzte Achsenstab, der manchmal eine erhebliche Krümmung erfahren kann. Außerdem finden wir eine Reihe deutlich sich abhebender zum Achsenstab parallel verlaufender Körnchen.

Das Protoplasma ist sehr dicht und zeigt eine feinalveoläre Struktur.

Diese Form zeigt einige Übereinstimmung mit *Trichomonas lacertae* Prowazek. Abgesehen, daß meine Form kleiner als die eben genannte ist, sind doch ihre nach vorn gerichteten Geißeln erheblich länger. Auch die Lage der Schleppgeißel stimmt mit dieser

Form überein. Dagegen erinnerte der deutlicher hervortretende Achsenstab und die an diesem liegenden Körnchen an *Trichomonas muris* Hartmann.

Eine Fortpflanzung wurde nicht beobachtet.

Gattung: *Callimastix* Weissenberg.

Callimastix frontalis nov. sp.

Dieses neue Flagellat hat eine gewisse Ähnlichkeit mit *Piromonas communis* Liebetanz hinsichtlich des langgestreckten Körpers, mit der sie fast stets zusammen im Pansen auftritt. Ganz abgesehen, daß die Körperlänge ca. 12 μ beträgt und somit die *Piromonas* um ein Drittel übertrifft, treten aber doch Verschiedenheiten auf, die ziemlich beträchtlich sind. So als Hauptcharakteristikum die außerordentlich große Zahl der Geißeln, die vorn auf einem sog. Stirnfeld stehen. Ferner liegt die größte Breite des Tieres nicht an der Basis seines Körpers, sondern mehr in der Region, in der der Kern eingelagert ist.

Eine sehr weitgehende Übereinstimmung zeigt das neue Flagellat mit der kürzlich von Weissenberg beschriebenen *Callimastix cyclopis* aus dem Serum von *Cyclops*. Ich reihe es daher in die Gattung *Callimastix* ein.

Callimastix frontalis tritt ziemlich regelmäßig, wenn auch meist in bescheidener Zahl auf. Neben den größten Ciliatenarten kommt sie vor. Ferner ist sie nicht allein im Pansen von Wiederkäuern vertreten, sondern ich habe sie auch im Coecum des Pferdes nachweisen können.

Der Körper besitzt eine starke eiförmige Gestalt, die am Vorderende eine starke Abrundung zeigt. Gewöhnlich ist das Tier in der Gegend, wo der Kern liegt, leicht aufgetrieben.

Das Protoplasma erscheint im Leben farblos und zeigt eine noch viel reichere Reservestoffkörnchenansammlung als *Piromonas*, was im gefärbten Präparat noch stärker hervortritt und die Beobachtung des Kernes außerordentlich erschwert. Ob ein Cytostom vorhanden ist, kann ich mit Bestimmtheit nicht sagen, obwohl ich manchmal eine Schlundbildung zu sehen glaubte. Auch bei dieser Form ist eine kontraktile Vacuole nicht nachweisbar gewesen.

An der vorderen Partie des Körpers tritt eine kleine, fast körnchenfreie Zone von scheibenförmiger Gestalt auf. Auf diesem

Stirnfeld entspringen von einer Reihe nebeneinander gestellter Basalkörnchen 12 gleichlange Geißeln, die im Leben stets verklebt sind und so eine einheitliche Schleppgeißel, besser ein Schlagband darstellen. In den Präparaten dagegen kann sie, wie es meist der Fall ist, unregelmäßig aufspalten und dem Beobachter die zahlenmäßige Feststellung der Geißeln unmöglich machen. An sehr günstigen Fällen erkennt man, daß es sich hier tatsächlich um einzeln nebeneinander stehende Geißeln handelt. Ihre Länge beträgt ca. 30 μ, d. h. sie übertreffen die Körperlänge um das $2^1/_2$ fache.

Die Bewegung stimmt mit der von *Piromonas communis* überein. Es erfolgt stets eine Rotation um die Längsachse des Körpers, im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers. Das Geißelband nimmt hier dann eine gebogene Form an. Die Spitze des Schlagbandes ist mehr dem hinteren Körperende genähert. Diese Verhältnisse trifft man, wenn sich das Flagellat zwischen den Futtermassen befindet. Liegt es aber in Flüssigkeit ohne irgendwelche Hindernisse, so bewegt sich das Tier im Kreise. Die Geißeln sind hier nicht mehr gebogen, sondern lang ausgestreckt und beschreiben um das Hinterende des Körpers eine Kegelmantelform mit großer Basis.

Unter dem Stirnfeld liegt der zur Größe des Tieres kleine Kern. Er ist stets von einer schwachen hellen Zone umgeben. In den meisten Fällen stellt er ein kompaktes Caryosom dar. Ob nun irgendwelche Beziehungen zwischen ihm und den Basalkörperchen der Geißeln bestehen, habe ich nicht feststellen können.

Auch bei dieser Form ist eine kontraktile Vacuole nicht nachweisbar gewesen.

Die Fortpflanzung geschieht durch Zweiteilung. Eine multiple Teilung ist mir nicht entgegengetreten. Nach den wenigen Stadien, die mir vorgelegen haben, teilt sich der Kern durch eine typische Mitose. Es kommt zur Äquatorialplattenbildung. An den beiden Polen der Spindel sieht man die Centriole liegen. Auch die Stirnfelddurchschnürung ist völlig durchgeführt, ehe eine Längsspaltung des Körpers eintritt. Wie die Verdoppelung der Geißelzahl zustande kommt, habe ich nach dem wenigen Material nicht entscheiden können.

Befruchtungsstadien und Dauerformen haben mir nicht vorgelegen.

Am Schluß dieser Beschreibung ist eine Betrachtung der verwandtschaftlichen Beziehungen zu *Callimastix cyclopis* angebracht.

Die Größe beider Flagellaten beträgt ca. 12 μ, die Länge ihrer Geißeln ca. 30 μ. Das Verhältnis der Geißeln zur Körperlänge stimmt also in beiden Fällen außerordentlich überein. Auffällig ist die hohe Zahl der Geißeln, die von einer geraden Reihe dicht nebeneinander in gleichen Abständen stehender Basalkörnchen ihren Ursprung nehmen. Infolge dieser Anordnung können sie den Eindruck eines Geißelbandes sehr wohl hervorrufen, da sie im Leben meist verklebt sind und nur in fixierten Präparaten die Aufspaltung zeigen. Bei der Bewegung ist das Geißelband mehr oder weniger nach hinten gerichtet.

Betrachten wir nun die Kernverhältnisse, so scheint mir auch da eine erhebliche Übereinstimmung vorzuliegen. Hierzu ist allerdings nötig, daß ich einige Gebilde der *Callimastix cyclopis* anders auffasse als Weissenberg. So hat dieser bei seiner Form an dem durch den Geißelapparat markierten Hinterende des Tieres dicht unter dem Geißelkamme (das sind die zusammenhängenden Geißeln), einen großen bläschenförmigen Kern von 3—4 μ Durchmesser gefunden, der gegen das grobgranulierte Protoplasma durch eine feine Membran abgegrenzt ist, und zwar setzt er sich als heller Bezirk deutlich gegen das dunklere Plasma ab. Nach dem Vergleich mit meiner Form bin ich eher geneigt, dieses Gebilde als das eigentliche Stirnfeld aufzufassen, dem die Basalkörnchenreihe aufgelagert ist. Auch das Vorhandensein von Strängen und Brocken in dem Stirnfeld spricht nicht gegen meine Auffassung.

Diesem Kern nach Weissenberg (nach mir dem Stirnfeld) liegt nun außen unmittelbar ein „eigentümlicher Chromatinkörper von 0,7—1 μ Länge an".

Dieser Chromatinkörper ist als Kern aufzufassen, entsprechend der Lage des Caryosoms bei *Callimastix frontalis*, das ebenfalls sehr nahe dem Stirnfeld anliegt. Sehr häufig kann es nämlich vorkommen, daß das Caryosom auf oder unter dem Stirnfeld zu liegen kommt und den Eindruck hervorruft, als ob das Caryosom in diesem Feld gelegen ist. Genau das gleiche Verhalten hat Weissenberg für seinen Chromatinkörper angegeben. Die Deutung beider Gebilde als Macro- und Micronucleus nach Weissenberg erscheint mir nicht angebracht.

Nach diesem Vergleich schien es mir nicht bedenklich, meine Form der Gattung *Callimastix* einzuordnen.

Diese neue Gattung gehört aber nicht, wie Weissenberg annimmt, in die Nähe von Übergangsformen zwischen Flagellaten und Ciliaten, also in die Nähe von Lophomonadinen, sondern ist der

Ordnung der Protomonadinen zuzurechnen. Die Kernverhältnisse und der einfache Bau der Geißeln sprechen dafür. Zu ihrer genauen Charakteristik läßt sich angeben ein einfaches Caryosom, das Stirnfeld und die in einer Reihe angeordneten Geißeln, die bei der Bewegung als Geißelband funktionieren.

3. Ciliaten.

Diese Gruppe der Protozoen des Pansens hat sowohl durch ihre Größe als auch durch die zum Teil recht eigenartigen Körperformen das Interesse der früheren Forscher erweckt und ist daher am meisten untersucht und bekannt geworden. Es ist zwar eine genaue Bestimmung der Arten — die Zahl dieser wird sicherlich durch weitere Untersuchungen erhöht werden — angestrebt worden, doch ließen die cytologischen Befunde immerhin an Klarheit zu wünschen übrig. So waren beispielsweise bei den *Isotrichen* von Schuberg und Eberlein Kernstiele beschrieben worden, die der sonst so nahe verwandten *Dasytricha* fehlen sollten, ferner waren bei der letzteren am hinteren Ende des Körpers nach Eberlein „eigentümliche, fibrilläre, strahlig angeordnete Differenzierungen“ beschrieben worden, ohne daß für diese seltsamen Gebilde eine Deutung gegeben werden konnte. Auch die eigenartigen Fortsätze der Ophryoscoleciden, die Stacheln wie der Schwanz, konnten hinsichtlich ihrer Gestalt und ihrer Bedeutung nicht erklärt werden. Die Frage der Bewimperung der hypo- und holotrichen Formen war ebenfalls noch nicht restlos beantwortet worden, und damit im Zusammenhange, die Bildung der Organellen bei der Teilung noch nicht erschöpfend behandelt.

Aus der großen Fülle der Fragen traten mir die genannten hauptsächlich entgegen, und ich habe mich daher bemüht, sie zu lösen.

A. Holotrichen.

Isotricha ruminantium Schuberg (syn. *Dasytricha ruminantium* Schuberg).

In den folgenden Ausführungen wird gezeigt, daß die Aufstellung der Gattung *Dasytricha* nicht berechtigt ist. Es wird aber in der Beschreibung zum besseren Verständnis der Ausdruck *Dasytricha* noch beibehalten.

Diese von Schuberg im Jahre 1888 von den *Isotrichen* abgezweigte Gattung mit ihrem Vertreter *Dasytricha* kommt wohl von den bisher beschriebenen holotrichen Ciliaten am häufigsten vor. Wenigstens habe ich sie stets neben den anderen, wenn diese auftraten, nachweisen können. Selten scheint dagegen die *Isotricha intestinalis* zu sein. Ich habe sie immer so spärlich im Material gefunden, daß ich keine Untersuchung daran knüpfen konnte. Es tut mir insofern leid, als ich keine positiven Angaben über die bei ihr beschriebenen Kernstiele machen kann und daher nur auf Vergleiche mit *Isotricha prostoma* angewiesen bin.

Von der *Isotricha prostoma* unterscheidet sich die *Dasytricha* ziemlich auffällig durch ihre beträchtlichere Kleinheit, so daß man nach einiger Übung schon bei oberflächlicher Betrachtung beide Formen gut auseinander halten kann. Diese Größenunterschiede sind schon Schuberg und Eberlein bekannt gewesen, wie aus ihrer Übersicht über die Körperverhältnisse hervorgeht. Sie haben allerdings in ihrer Beschreibung auf diese Tatsache nicht hingewiesen. Einen weiteren Unterschied zeigen die *Isotrichen*, daß sie bei der Färbung sehr viel länger die Farbe festhalten als *Dasytricha*. Meist ist aus der letzteren der Farbstoff fast völlig herausdifferenziert, ehe die *Isotrichen* einigermaßen klare Bilder liefern.

Die Beschreibung Schuberg's, die durch Eberlein nur eine Bestätigung, nicht aber eine Erweiterung erfahren hat, werde ich meinen Ausführungen zugrunde legen.

Der Körper dieser häufigen Form hat eine eiförmige Gestalt und ist dorsoventral etwas abgeplattet. Er ist außerordentlich biegsam und elastisch. An seinem Vorderende zeigt er ventral eine mittelgroße Mundöffnung, die sich in einen kurzen Schlund fortsetzt. Dieser erfährt im Innern des Körpers eine leichte, der linken Körper- und Rückenfläche zugewandte Krümmung. Schuberg beschreibt für *Dasytricha* eine von der Spiralstreifung der *Isotrichen* abweichende Streifung des Schlundes, indem diese gerade verläuft, an der Ventralseite aus drei breiteren Streifen besteht, an der Dorsalseite dagegen sich aus 8—10 schmäleren und dichteren Streifen zusammensetzt. Diese Anordnung habe ich nicht auffinden können. Es handelt sich vielmehr um eine vollkommen gleichmäßige Anordnung der Streifen, die infolge der Krümmung des Schlundes ebenfalls gekrümmt erscheinen. Sie stellen nur die Fortsetzung der Körperoberflächenstreifung dar. Dieser letztere Umstand ist insofern bemerkenswert, als die vom aboralen Pol nach der Mundöffnung durch

die Wimpern zugeschlagene Nahrung dem Tier unfehlbar in den Schlund hineingestrudelt wird.

Der Körper ist vollkommen mit Wimpern bedeckt, die in den Vertiefungen zwischen den Längsstreifen stehen. An ihrem Grunde trägt jede einzelne Cilie ein kleines Basalkörnchen. Durch das Auffinden der Basalkörnchen, die H. Maier u. a. bei einigen freilebenden Ciliaten nachgewiesen haben, wurde ich mehr als die früheren Beobachter begünstigt, den Verlauf der Wimperreihen festzustellen.

Bevor ich aber mit den Ausführungen beginne, möchte ich an den von Stein für *Isotricha* festgelegten Bezeichnungen festhalten, daß das Vorderende bei den holotrichen Formen durch die Lage des Mundes charakterisiert wird, der aborale Pol aber als Hinterende angesehen wird. Für *Isotricha intestinalis* erfährt vorstehender Satz insofern eine Modifizierung, als der dem Mund zunächst liegende Pol als der orale Pol angesprochen wird, was aber im Grunde sich mit dem Vorhergehenden deckt. Daß Schuberg zu einer entgegengesetzten Auffassung gekommen war, lag an der Auffindung einer Mundnaht, die er zuerst an *Isotricha* und später auch an *Dasytricha* nachgewiesen hat. Das Vorhandensein dieser „Mundnaht" machte ihm eine Verlagerung des Mundes vom Hinterende zum Vorderende des Körpers wahrscheinlich. Bestärkt wurde er noch durch den Umstand, daß die holotrichen Formen stets mit ihrem Hinterende vorangehen.

Schuberg hat den Verlauf der Wimperreihen stets vom Munde ab verfolgt. Ich möchte jedoch den entgegengesetzten Weg einschlagen und die Wimperreihen, ihrer Schlagrichtung entsprechend, vom aboralen Pol verfolgen.

Die Wimperreihen zeigen, wie aus der Auffindung der Basalkörperchen hervorgeht, eine sehr regelmäßige Anordnung dieser Körperchen, die zwischen den schon erwähnten Längsstreifen stehen.

Ich kann die von Schuberg in seiner ersten Abhandlung mitgeteilten Beobachtungen über den Reihenverlauf nur bestätigen. Die Wimperreihen ziehen sich nicht gerade vom aboralen Pol nach dem Mund, sondern sind in stark gewundenen Spiralen gedreht und zwar von links hinten nach rechts vorn. Die ganze Körpergestalt mitsamt dem Wimperverlauf läßt sich sehr gut mit dem Rocken eines Spinnrades vergleichen und daran auch leicht verstehen. Die Spitze des Rockens stelle das aborale Ende der *Dasytricha* dar. Von der Spitze ziehen sich in gleichmäßigen Spiralwindungen die Flachssträhnen zu dem unteren Ende des Rockens und ganz analog die

Wimperreihen zum Mund, so daß von einem Zusammentreffen der Wimperreihen in einer bestimmten Linie, einer sog. Mundnaht, keine Rede sein kann. Zu bedenken ist ferner, daß Schuberg selbst angibt, daß die Mundnaht sich nicht weiter irgendwie hervorhebt![1])

Daß schließlich nicht alle Wimperreihen vom aboralen Pol ihren Ursprung zu nehmen brauchen, ist wohl nicht weiter verwunderlich. Ich kann die Beobachtung Schuberg's, daß vereinzelte Reihen nicht über den ganzen Körper zogen, sondern allmählich zwischen den anderen verliefen, nur bestätigen.

Wenn man nun an Schnitten — dazu bedarf es aber nicht besonders guter schiefer Schnitte, wie Schuberg hervorhebt —, die histologischen Verhältnisse betrachtet, so sieht man, daß der Körper durch eine doppelt konturierte Membran begrenzt wird, wie es schon von Schuberg und Eberlein mit Nachdruck betont worden ist. Diese doppelte Membran ist auch am ganzen Tier im gefärbten Präparat schon deutlich zu erkennen. Meistens erscheint auch die äußere Membran etwas dicker als die innere. Die äußere Membran ist von Schuberg als der Sitz der Oberflächenstreifung angesehen worden. „Letztere ist übrigens keine scheinbare, etwa nur durch die Anordnung der Cilien hervorgerufene, sondern wird durch wirkliche Längsbänder, die sich auf Schnitten als ganz feine einfache Verdickungen nach außen darzustellen scheinen, bedingt. Ob nun die Cilien auf oder zwischen diesen Längsbändern stehen, konnte ich bei der an sich schon großen Schwierigkeit dieser Beobachtung und bei den hier ganz besonders feinen Verhältnissen nicht mit Sicherheit entscheiden."

Eberlein hat, wie schon hervorgehoben, im Gegensatz dazu gefunden, „daß sie (die Cilien) in ihrem Verlauf am Körper eine Streifung andeuten, die aber in der Tat nicht besteht, sondern nur durch die regelmäßige Anordnung der Wimpern vorgetäuscht wird". Die Cilien sitzen nach ihm der äußeren Membran auf.

Nach meinen Untersuchungen sitzen die Cilien nicht einfach der äußeren Membran auf, sondern sie durchbohren sie und gehen in die darunter liegende Schicht, in die von Eberlein bezeichnete helle Zone. Diese Zwischenschicht, die eine zu den Membranen senkrecht stehende Querstreifung aufweist, ist mit Eberlein als Alveolarschicht zu deuten, die dem eigentlichen Ectoplasma entspricht. Die Wimpern, die als Stützpunkt in der Cuticula das Basalkorn haben, gehen nach innen über dieses hinaus und sitzen auf der folgenden Membran mit einer feinen Verdickung auf, so daß der biseriale Typ der Wimper zum Ausdruck kommt. Die

[1]) Von mir gesperrt.

Wimpern setzen sich, entgegen den Befunden Schuberg's, ebenfalls in den Schlund hinein fort, so daß auch hier die *Isotrichen* nichts vor der *Dasytricha* vorweg haben.

An der Außenfläche des Schlundrohres entspringen unmittelbar unterhalb der Mundöffnung feine Fibrillen, die parallel miteinander verlaufen und sich am Schlundrohr entlang ziehen, über dieses hinausgehen und sich durch das Entoplasma an die Grenzschicht fortsetzen, um in diese überzugehen, ohne irgendwelche Verdickungen zu bilden. Diese Fibrillen lassen sich durch die Heidenhain-Färbung gut darstellen, und sind schon an toto Präparaten, besser aber noch an Schnitten gut zu erkennen. Daß diese Gebilde nichts mit Aufhängebändern für den Kern, also den sog. Kernstielen, zu tun haben, geht daraus hervor, daß der Kern stets in den verschiedensten Lagen im Entoplasma angetroffen wurde, wie es ja auch von Schuberg und Eberlein hinreichend festgestellt worden ist. Diese Fibrillen haben also nur die Aufgabe, den Schlund zu stützen, und ich möchte daher den Namen „Schlundstützen" vorschlagen.

Ganz analoge Gebilde sind die von Schuberg am Hinterende von *Dasytricha* im Entoplasma gefundenen „eigentümlichen, fibrillenähnlich aussehenden Differenzierungen, die von der hinteren Spitze ausgehend, sich bis zur Körpermitte oder darüber hinaus erstrecken können und dann sich oft eigentümlich umbiegen". Eberlein hat durch seine Untersuchungen die Angaben Schuberg's bestätigt, hat aber ebenfalls, wie dieser sich „über deren physiologische Bedeutung keine Vorstellung" machen können. Zum Teil lag es daran, daß er diese fibrillären Gebilde an Schnittpräparaten nicht hat wiederfinden können, obwohl er sie am konservierten ganzen Tier, wenn auch nur sehr schwer, hat nachweisen können. Daher konnte er auch keine genauen Angaben über den Sitz dieser fibrillären Streifen machen, im Gegensatz zu Schuberg, der sie im Entoplasma nachgewiesen hatte.

Diese Fibrillen ließen sich durch die Heidenhain-Färbung und, wenn auch weniger scharf, durch die Delafield-Färbung im Ausstrich- wie im Schnittpräparat nachweisen. Gerade die letzteren lieferten die übersichtlichsten Bilder. Die Fibrillen liegen im Entoplasma, wie Schuberg richtig festgestellt hat. Ihren Ursprung nehmen sie vom aboralen Pol, jedoch nicht von einem festen Punkte, sondern ihre Inserierung geht von der Peripherie einer kleinen ovalen Öffnung aus, die durch die Afteröffnung dargestellt wird. Sie umstehen in

sehr gleichmäßiger Anordnung die Öffnung. Daß diese von den früheren Autoren übersehen worden ist, braucht uns bei der Kompliziertheit nicht wunder zu nehmen. Ich habe diese Feststellung auch erst an günstigen Ausstrich- und Schnittpräparaten machen können. Die Fibrillen entspringen neben der Afteröffnung als feine Fäden von der Grenzmembran und weisen eine den Wimpern entsprechende Inserierung auf, d. h. sie nehmen einzeln ebenfalls von einem Basalkorn ihren Ursprung. Schon sehr früh vereinigen sie sich zu den starken Fäden, die uns in Totalpräparaten entgegentreten. An Schnitten kann man häufiger das Aufsplittern dieser Gebilde erkennen. So ziehen die aus den zusammengelegten Fibrillen entstandenen Fibrillenstränge durch das Entoplasma hinauf, ohne sich der Grenzmembran völlig anzulegen, bis zur halben Höhe des Körpers. Eine Verbindung mit der Grenzschicht ist nicht festgestellt worden. Ob eine sehr feine Verbindung dieser Fibrillen mit den Schlundstützen in der Mitte des Körpers besteht, ist zweifelhaft. Die Fibrillen sind elastische Stäbchen, die sich in gewisser Beziehung mit den Stahlstäben eines Regenschirmes vergleichen lassen. Sie sind stets etwas gebogen, und zwar so, daß die Biegung bei der Rotation des Körpers stets vorangeht. Ich möchte sie daher als Afterstützen bezeichnen.

Das Entoplasma ist stets frei von Einschlüssen und zeigt daher nach der Fixierung einen sehr regelmäßigen alveolären Bau.

Nur eine ziemlich große kontraktile Vacuole ist vorhanden und liegt dann immer im Vorderende in unmittelbarer Nähe der Schlundwand. An fixierten Tieren ist sie ebenfalls nachzuweisen.

Der Macronucleus liegt im Entoplasma. Seine Gestalt ist meistens eiförmig, kann aber auch im normalen Zustande Kugelform annehmen. Im Leben ist der Macronucleus als eine zusammenhängende Masse von stark lichtbrechenden Körnchen zu erkennen, die bei der Färbung sehr stark den Farbstoff aufnehmen.

Der Micronucleus ist ein kleiner, eiförmiger Körper, der dem Macronucleus stets angelagert ist. Im Leben erscheint er hell und homogen.

Die Lage des Macronucleus ist eine ganz beliebige, wie schon Schuberg festgestellt hat. Daher kann ich auch die Beobachtung Eberlein's nicht bestätigen. Er sagt: „dort, wo der Kern der Grenzschicht dicht anliegt, ist die letztere mit der Grenzmembran innig verbunden, so daß es mir nicht möglich war, in Schnitten zu unterscheiden, ob die Grenzschicht den Kern nach innen — wie wohl zu erwarten war — umschließt oder nicht."

Ich habe an Schnitten festgestellt, daß der Kern durchaus nicht an der Grenzschicht zu liegen braucht, ja, daß er häufig mehr in der Mitte des Entoplasmas liegt.

Der von Schuberg festgestellten Anomalie in der Erscheinung des Kernes habe ich noch Einiges hinzuzufügen, ohne jedoch eine Erklärung dafür geben zu können. Ich habe nur zweimal in der Zeit meiner Untersuchungen sie zu studieren gehabt. Schuberg fand öfters Individuen mit zwei runden Nucleuskugeln: „mehrmals wurden sogar drei Kugeln angetroffen". Leider hat Schuberg anzugeben unterlassen, unter welchen Verhältnissen diese eigenartige Kernbildung auftritt. In den wenigen mir bekannten Fällen waren die *Dasytrichen* in sehr großer Zahl vertreten und ließen die übrigen Ciliaten stark zurücktreten. Man hätte direkt von einer Epidemie der *Dasytrichen* sprechen können. Außer einer stattlichen Anzahl von Tieren mit normalem Macronucleus zeigten viele zwei kugelrunde Macronuclei. Mehrmals fand ich 3, sogar nicht selten 4 Macronucleuskugeln. Mehr als 4 Kernkugeln habe ich nicht festgestellt. Ferner kam es mir vor, als ob die Kugeln der vierkernigen noch etwas kleiner als die der zweikernigen Individuenwaren. Die Kernstrukturen waren, wie Schuberg schon angibt, immer viel grobkörniger und blasser als sonst und nahmen auch weit weniger die Farbe an als die Kerne der normalen Tiere im gleichen Ausstrichpräparat. Bei den vierkernigen Stadien glaube ich an der Peripherie jeder einzelnen Macronucleuskugel ein kleines, rundes, sich stärker färbendes Körnchen gefunden zu haben. Die Bedeutung ist mir an den wenigen Bildern nicht klar geworden. Möglich ist, daß es sich um den geviertelten Micronucleus handelt. Bei den meisten zweikernigen Individuen lag der unveränderte Micronucleus gewöhnlich der einen Kugel sehr nahe an. Die Kugelbildung geht aus einer einfachen Teilung des Macronucleus hervor. Die beiden Teilstücke können nach ihrer Durchschnürung ziemlich weit voneinander zu liegen kommen.

Ob wir es bei dieser Bildung mit einer Vorbereitung zur Conjugation oder nur mit einer Degeneration zu tun haben, ist nach den wenigen Fällen schwer zu beantworten. Für die letztere Anschauung könnte der Umstand sprechen, daß im gleichen Material an einigen Exemplaren eine starke Hypertrophie des Kernes festzustellen war. Weit überzeugender dagegen wirkt die Tatsache, daß in diesem Material normale Zweiteilungen vorkamen, die mit einiger Sicherheit auf günstige Existenzbedingungen hinwiesen. Es

ist somit die Deutung für ein Stadium der geschlechtlichen Vorgänge wahrscheinlicher.

Die dabei aufgetretenen Teilungsstadien haben mich zu etwas abweichenden Ergebnissen kommen lassen, als sie Schuberg beschrieben hat. Nach den Angaben zu seinen Figuren Nr. 19 und 25 in seiner ersten Arbeit liegt der Schluß nahe, daß er genau wie ich seine Teilungsbilder aus dem Material gewonnen hat, das die *Dasytrichen* mit den Kernkugeln enthielt.

In seiner ersten Abhandlung hatte Schuberg die Fortpflanzung in einer Art Knospung zu bestehen geglaubt. Später aber hat er seine Ansicht geändert und den Teilungsvorgang als eine Querteilung beschrieben, bei der ein Mundverlagerungsprozeß stattfindet. Leider hat Schuberg unterlassen, die Abbildungen über die Stadien der Mundverlagerung beizufügen, so daß es daher etwas schwer ist, Klarheit aus dem Text zu gewinnen.

Bei der Teilung streckt sich der Körper erheblich in die Länge. In der Mitte tritt dann eine Ringfurche auf, die sich völlig mit den Teilungsbildern der meisten übrigen Ciliaten vergleichen läßt. Schuberg hat festgestellt, daß „bei Untersuchung von anderen Seiten die Achsen der durch die Ringfurche bereits angedeuteten beiden Teilsprößlinge nicht einander gegenseitig verlängern, sondern einen Winkel miteinander bilden". Und zwar wird dieser Winkel, wenn wir die Längsachsen der beiden Teilstücke als seine Schenkel betrachten, nach der rechten Körperseite des Tieres zu gebildet. Diese Beobachtungen kann ich vollauf bestätigen. Zu bemerken hätte ich allerdings noch, daß es sich hierbei nicht um ein einfaches Neigen des einen Teilstückes handelt, sondern daß damit eine Drehung der beiden Teilstücke an der Ringfurche in der entgegengesetzten Richtung, dem Verlaufe der Basalkörperchen folgend, verbunden ist. Sehr anschaulich läßt sich dieser Vorgang an einem Glasstab zeigen. Wenn wir diesen in zwei Stücke bei gelindem Feuer teilen, ein langes Ausziehen dabei aber vermeiden wollen, so gelingt es uns bei der sehr zähflüssigen Beschaffenheit des Glases am besten dadurch, daß wir an der Teilungsstelle die beiden Teilstücke gegeneinander drehen und somit die Abschnürung erreichen.

An den weit vorgeschrittenen Teilungsstadien mit sehr deutlicher Ringfurchenbildung ist im Leben eine äußerst lebhafte Wimperbewegung an der Ringfurche zu bemerken und zwar schlagen die Wimpern beider Teilstücke in entgegengesetzter Richtung. Die Hauptbewegung leistet dabei das hintere Stück, das von dem vor-

deren sich loszulösen bemüht ist. Wenn dies dann erreicht ist, schwimmen beide in lebhafter Bewegung davon. Noch längere Zeit nach der Teilung sind die Teilstücke als solche an ihrer verschiedenen Breite zu erkennen. Die Durchschnürung nimmt also ihren Ursprung von außen her, im Gegensatz zu den Ophryoscoleciden, bei denen die Anlage ihres komplizierten Wimperapparates von innen her erfolgt.

Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit den Angaben Schuberg's zu. So fand er mehrere Male, „daß am vorderen Teilsprößling ein Schlund fehlte, wohl aber hinter der ringförmigen Einschnürung, also am zukünftigen Vorderende des hinteren Tochterindividuums ein solcher vorhanden war". Da nun auffälligerweise der hintere Schlund sich stark aus dem Plasma heraushebt und ferner durch die Drehung des vorderen Teilstückes der vordere Schlund auf die Unterseite im Präparat zu liegen kommt, so ist es leicht verständlich, daß Schuberg an weniger guten Präparaten — vgl. seine Abbildung Nr. 25 — den vorderen Schlund übersehen hat und zur Vorstellung einer Knospung kommen konnte. Gegen eine solche aber sprach der Umstand, daß das Muttertier, an dem die Knospung sich vollziehen sollte, weit hinter der Größe einer normalen *Dasytricha* zurückblieb.

Später hat Schuberg seine Ansicht über die Knospung geändert und als das wichtigste seiner neuen Beobachtungen die Entstehung des neuen Schlundes in unmittelbarer Nähe des schon vorhandenen und damit eine Verlagerung in das andere Teilstück auf der Mundnaht festgestellt. An den wenigen im Leben und im gefärbten Präparat gesehenen Bildern habe ich beobachten können, daß schon in den frühesten Stadien, wo die Durchschnürung eben erst angedeutet war, der neugebildete Schlund am Vorderende des hinteren Teilstückes gelegen war, daß also eine Konstanz seiner Lage angenommen werden darf. Erschwerend für eine Mundverlagerung wirkt ferner der Umstand, daß an dem noch nicht abgeschnürten hinteren Individuum die Ausbildung der Schlundstützen schon vollkommen durchgeführt ist.

Über das Verhalten der Kerne kann ich nur wenig hinzufügen. Auf den frühesten beobachteten Stadien war der Micronucleus stets geteilt, während der Macronucleus sich allmählich in die Länge auszuziehen begann. Der Micronucleus rückt an das äußerste Ende des Macronucleus, während dieser in der Mitte, der Durchschnürungsstelle, stetig dünner und fadenförmiger wird. Aus der Lage der Micronuclei zum Macronucleus zu schließen — die Micronuclei

beider Teilstücke liegen um 90° voneinander gedreht — teilt sich die Drehung der Pellicula auch in das Innere des Körpers mit.

Mit der Macronucleusausziehung setzt die Abschnürung des Plasmas von außen ein. Die Ringfurche wird tiefer, die beiden Teilstücke drehen und neigen sich allmählich gegeneinander. Wenn die Neigung der Längsachsen der beiden Teilstücke erheblich sichtbar ist, sind die Macronucleusteilstücke völlig durchschnürt und nehmen Kugelgestalt an. Unmittelbar darauf folgt die Durchschnürung des Plasmas.

Soviel aber glaube ich annehmen zu dürfen, daß die Teilung der Kerne und der Durchschnürungsvorgang sehr wohl in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnis zueinander stehen.

Bei den Durchschnürungsvorgängen habe ich auch einige interessante Beobachtungen über die Neuanlage der Afterstützen und des Afters machen können. Schon ehe die Lostrennung beider Teilstücke eingesetzt hat, findet man oberhalb der Ringfurche die Afterstützen hervortreten, in der gleichen Anordnung, wie sie am erwachsenen Tier zutage treten. Bei weiterer Durchschnürung werden sie an ihrer Basis einander näher gebracht und bilden so den Afterspalt. Dieser entsteht also durch Offenbleiben der Durchschnürungsstelle, während sich die Durchschnürungsstelle des hinteren Teilstückes schließt. Da die Afterstützen sich ziemlich früh anlegen, so können sie aus dem Macronucleus nicht entstehen. Vielleicht entstehen sie durch Längenwachstum der einzelnen Basalkörnchen, die am Grunde der einzelnen Fibrillen an Schnitten stets zu finden sind. Leider habe ich den vollständigen Teilungsvorgang nicht angeben können, da mir Teilungen in zu geringer Menge vorgelegen haben. Insbesondere die erste Anlage des neuen Schlundes habe ich nicht feststellen können.

Isotricha prostoma Stein.

Neben *Dasytricha* ist mir *Isotricha prostoma* Stein häufiger bei meinen Untersuchungen entgegengetreten. Sie tritt allerdings sehr regelmäßig auf, jedoch meist nur in geringer Zahl. Sie ist, wie ich schon bei *Dasytricha* bemerkte, fast stets mit dieser vergesellschaftet. Bei zahlreichem Auftreten dieser beiden Formen treten dann die größeren Diplodinien- und Entodinienarten zurück.

Die Bewegungen aller Holotrichen sind recht elegant und reizvoll. Stets geht das Hinterende, das ja im Verhältnis zum Vorder-

ende des Körpers verjüngt erscheint, voran. Die Vorwärtsbewegung ist stets mit Rotation um die Längsachse verbunden. Bei Hindernissen sucht sich das Tier den Futterpartikeln anzuschmiegen und schlüpft auf diese Weise häufig durch die kleinen Lücken durch. Stets ist eine intensive Wimperbewegung festzustellen, die den Eindruck an ein vom Wind bewegtes Ährenfeld hervorruft.

Der Beschreibung Schuberg's über ihre äußere Gestalt habe ich nichts hinzuzufügen.

„Die ganze Körperoberfläche ist mit Wimperreihen besetzt, die im Gegensatz zu *Dasytricha*, nicht eine so intensive Drehung von links unten nach rechts oben erfahren, sondern nur leicht gekrümmt vom aboralen Pol nach dem oralen Ende ziehen." Mit diesen Tatsachen scheint zusammenzuhängen, daß die *Isotricha prostoma* bei der Bewegung sich viel langsamer um die eigene Achse dreht und so ein ruhiges würdevolles Benehmen an den Tag legt.

Die Wimperreihen umziehen den Körper in ähnlicher Weise wie bei *Dasytricha*, ohne daß es zur Ausbildung einer Mundnaht kommt. Wenn Schuberg selbst sagt: „Da diese Linie nicht weiter irgendwie sich hervorhebt und die Streifung überhaupt eine sehr feine ist, so sind diese ganzen Verhältnisse recht schwierig festzustellen", und nach Eberlein: „diese Verhältnisse nur am lebenden Tier mit einiger Deutlichkeit wahrzunehmen sind",[1]) so sind damit einige Zweifel an dem Vorhandensein einer Mundnaht schon gegeben.

Den Wimperreihen entsprechen Längsstreifen, wie sie Schuberg beobachtet hat, und täuschen nicht bloß die Streifung vor, wie Eberlein annimmt. Die Oberfläche dieser holotrichen Formen ist nicht völlig glatt, der nun die Wimpern aufsitzen, sondern zeigt eine feine Fältelung, die den Eindruck der Längsstreifung hervorruft. Diese Fältelung beschränkt sich nur auf die Pellicula und berührt nicht im geringsten die Grenzschicht. Die Wimpern sitzen in den Vertiefungen und tragen an ihrer Einmündungsstelle in die Pellicula eine Verdickung, das Basalkörnchen. Dieses Körnchen liegt unmittelbar unter der Pellicula. Die Wimpern setzen sich aber noch über das Basalkörnchen in die darunterliegende Schicht, die Zwischenschicht nach Eberlein, fort und sitzen der nun darauffolgenden Grenzschicht mit einem zweiten Körnchen auf, das bei Maceration stets an dem basalen Ende der Wimper hängen bleibt. Wir finden also hier ebenfalls die Inserierung der Wimper mit Diplosomen. Die von Eberlein in der

[1]) Die beiden Citate sind von mir gesperrt geschrieben.

Zwischenschicht beschriebenen „äußerst feinen, zu den Membranen senkrecht gestellte Querstreifung“ ist nur die Summe der einzelnen basalen Endigungen der Wimpern.

Der doppelt konturierten Membran, in der die Wimpern eingelassen sind, legt sich im Innern eine im Leben dunkel erscheinende Schicht an, die von Schuberg als Ectoplasmaschicht gedeutet, von Eberlein als Alveolarschicht angesprochen wird. Von der Plasmaströmung im Innern bleibt sie unberührt. Irgendwelche Einschlüsse habe ich in ihr nicht gefunden. An Schnitten zeigt sie größere Vacuolen als der nach dem zentralen Innern sich anschließende Teil. Ich bin geneigt, diese Schicht nur als eine besondere Modifikation des Entoplasmas, als äußeres Entoplasma, aufzufassen. Dieses Entoplasma zeigt sich, worin ich nur die Angaben meiner Vorgänger bestätigen kann, stets frei von groben Zelluloseeinschlüssen, im Gegensatz zu den Diplodinien und Entodinien, die sich manchmal mit ziemlich großen Futterpartikeln vollpfropfen.

Von der Oberfläche des oralen Poles senkt sich, wie ich oben angegeben habe, das Schlundrohr in das Innere des Körpers hinein und ist länger als das von *Dasytricha*. Es ist im Innern mit Wimperreihen ausgekleidet, die die Fortsetzung der Oberflächenwimpern darstellen. An seinem Grunde ist eine feine, kreisrunde Öffnung zum Durchtritt in das Entoplasma vorhanden. An diesem Schlundrohr, das eine der Streichrichtung der Basalkörperchen folgende Drehung aufweist, ziehen von der dem Entoplasma anliegenden Außenfläche zahlreiche parallele Fibrillen entlang, die ihren Ursprung unmittelbar unter der Schlundeinstülpung nehmen und nach Aufhören des Schlundes zum Teil frei in das Entoplasma hineinspringen, zum anderen Teil aber durch das Entoplasma hindurchziehen und sich an der Grenzschicht befestigen. Besonders die letzteren erscheinen sehr kräftig, verdanken aber ihre Dicke nur dem Zusammenschluß mehrerer Einzelfibrillen. Zwischen diese verstärkten Fibrillen ist der Macronucleus gelagert, so daß er durch die Plasmaströmung nicht im Körper herumgetragen werden kann. Diesen Fibrillen, die den Kern zwischen sich gelagert halten, stehen ebenso kräftige Fibrillen auf der anderen Seite gegenüber, die eine Verschiebung des Schlundes unmöglich machen.

Schon Schuberg hat diese Gebilde gesehen und mit dem Namen „Kernstiele“ belegt. Für ihn allerdings sind „diese Kernstiele Fortsetzungen der inneren Körpermembran, die sich als kurze Stränge

zum Nucleus begeben, um denselben deutlich membranartig zu umschließen". Die Lage der Befestigungen an der Grenzmembran stimmt völlig mit meinen Beobachtungen der Einmündung der Schlundfibrillen in die Grenzmembran überein. Von einer Berührung dieser Fibrillen mit dem Schlund erwähnt Schuberg nichts!

Auf diesen eben erwähnten Tatsachen fußend, geht Eberlein sogar einen Schritt weiter. Er sagt: „Obwohl es mir, trotz der größten Aufmerksamkeit nicht[1]) möglich war, am Kern eine doppelte Membran zu erkennen, die Kernstiele aber auch ohne Absatz in die Kernmembran und in die Grenzschicht übergehen, so glaube ich doch, daß der Kern außerhalb der Grenzschicht gelegen ist, daß er also von der Grenzschicht gegen das Entoplasma vollständig abgeschlossen ist und daß die Kernstiele die durch die Grenzschicht gebildeten Aufhängebänder des Kernes darstellen."

An dieser Beschreibung Eberlein's fällt auf, daß er eine Grenzschicht am Kern trotz der größten Aufmerksamkeit nicht feststellen kann, trotzdem aber eine solche für den Kern annimmt und nun gar daraus folgert, daß der Macronucleus außerhalb des Entoplasmas liegt.

Abgesehen davon, das mir die Abbildungen Schuberg's über die *Isotrichen* mehr der Wirklichkeit entsprechend erscheinen als die von Eberlein, besteht nach meinen Untersuchungen für mich kein Zweifel, daß es sich hier nur um Fibrillen, nicht aber um Membranen handelt, und somit eine Verlagerung des Macronucleus außerhalb des Entoplasmas hinfällig wird.

Aus einer vergleichenden Betrachtung mit der *Dasytricha* geht unzweifelhaft hervor, daß diese Fibrillen in erster Linie dazu dienen, den Schlund zu stützen (wie bei *Dasytricha*), daß sie aber erst sekundär die Kerne zwischen sich aufgenommen haben und dann in gewisser Beziehung als Kernträger aufgefaßt werden können (wie bei *Isotricha*). Ich möchte sie daher, ihrer Hauptfunktion nach, als Schlundstützen bezeichnen.

Es ist ja möglich, daß bei anderen Gattungen Fibrillen nur als Kernaufhängebänder auftreten. Die Angaben, die Schuberg nach dem Stein'schen Werke über *Nyctotherus ovalis* und *Nyctotherus gyoeryanus* macht, erfahren insofern eine Bestätigung, als neuerdings Géza Entz jun. bei *Nyctotherus piscicola* zum Kern gehende Fibrillen, aber auch Fibrillen am unteren Ende des Mundes festgestellt hat.

Entsprechend seiner Zwischenlagerung zwischen die Fibrillen

[1]) Von mir gesperrt.

hat der Macronucleus eine längliche Gestalt. Die feine Körnelung, die er im Leben schon zeigt, tritt auch in gefärbten Präparaten auf. Ihm ist in einer kleinen Vertiefung, meist in der Mitte, der kleine Micronucleus dicht angelagert. Irgendwelche Strukturen sind an diesem nicht zu erkennen.

An dem der Schlundöffnung entgegengesetzten Körperende befindet sich die Afteröffnung. Schuberg hat im hinteren Körperdrittel einen an der Oberfläche verlaufenden hellen Streifen gesehen, der ihm nur „eine stärkere Verdickung der den Körper begrenzenden Membran zu sein scheint". Für Eberlein ist „dieser helle Streifen keine einfache Membran, sondern ein röhrenförmiger Kanal. Diese Afterröhre scheint der inneren Fläche der rechten Seitenwand angelagert zu sein." Nach meinen Untersuchungen besteht der von Schuberg gesehene Streifen aus einer Reihe von Fibrillen, die eine schwach bogenförmige Anordnung zeigen und mit der gegenüberliegenden Körperwand eine Art Röhre bilden. Die Fibrillen entspringen ebenfalls, wie bei *Dasytricha*, von kleinen Basalkörnchen und lassen ihre Entstehung aus solchen wahrscheinlich machen. Im Gegensatz zu den Afterstützen bei *Dasytricha* bleiben die Afterstützen von *Isotricha* kurz und ragen daher nicht weit in das Entoplasma hinein.

Über die kontraktilen Vacuolen habe ich nichts hinzuzufügen.

Teilungsbilder habe ich bei dieser Form nicht beobachtet. Die Teilung wird sich ähnlich wie bei *Dasytricha* vollziehen. Ebenso haben mir Conjugationsstadien nicht vorgelegen.

Isotricha intestinalis Stein.

Von dieser Art haben mir so wenig Exemplare vorgelegen, daß ich keine weiteren Angaben als meine Vorgänger machen kann. Interessant wäre es für mich gewesen, das Fibrillensystem zu untersuchen, und ich zweifle nicht, daß es sich auch bei diesen Kernstielen nur um Schlundstützen handelt, denen erst sekundär der Macronucleus zwischengelagert ist, zumal Schuberg für *Isotricha intestinalis* kaum eine Abweichung von *Isotricha prostoma* vorfand.

Nach der Beschreibung der einzelnen Formen verlohnt es sich, eine Allgemeinbetrachtung über die Körperschichten anzuschließen. Schuberg hatte für die doppeltkonturierte Körpermembran den Ausdruck „Dermatoplasma" verwandt. Er bezeichnet als Dermatoplasma alle diejenigen Bildungen bei Ciliaten, die durch mehr oder

weniger weitgehende Differenzierung der äußersten Schichten des Körpers entstanden sind. Da mir dieser Ausdruck die Verhältnisse nicht recht wiederzugeben scheint, so folge ich dem Vorschlage Eberlein's. Nach ihm stellt die äußere Schicht, die die Geißeln trägt, die Cuticula dar. Die dann nach innen zu folgende helle Zone entspricht der Ectoplasmaschicht, die von dem im Innern des Körpers liegenden Entoplasma durch die zweite Membran oder Grenzschicht getrennt wird.

Bei *Isotricha prostoma* besonders ist im Leben schon auf die doppelt konturierte Membran eine nach innen sich anschließende dunkler und dichter erscheinende Schicht zu bemerken. Von der Plasmaströmung bleibt sie unberührt. Nach Eberlein lassen an Schnitten die der Grenzschicht angelagerten Partien eine regelrechtere Gruppierung des Reticulums erkennen, wodurch eine doppelte Bütschli'sche Alveolarschicht gebildet wird. Nach Schuberg stellt diese Schicht das Ectoplasma dar.

Diese von Eberlein beschriebene Regelmäßigkeit habe ich nicht gefunden und muß daher von dem Ausdruck Alveolarschicht für diese Schicht Abstand nehmen. Auch als Ectoplasma darf sie nicht aufgefaßt werden. Sie stellt nur eine Differenzierung des Entoplasmas dar, die hier bei den Isotrichen erst angedeutet, bei den später zu besprechenden Ophryoscoleciden dagegen sehr weitgehend durchgeführt worden ist.

Wenn ich nun zuletzt eine Betrachtung des Verwandtschaftsverhältnisses zwischen *Isotricha* und *Dasytricha* anstelle, komme ich zu dem Schluß, daß *Dasytricha* den Isotrichen erheblich näher steht, als Schuberg angibt. Lassen wir einmal kurz die Angaben folgen, die Schuberg zur Aufstellung der besonderen Gattung *Dasytricha* veranlaßt haben: „der Spiralverlauf der Körperstreifen, die Zahl und Größe der kontraktilen Vacuole, die eigentümlichen Fibrillen (gemeint sind die Afterstützen), sowie das Fehlen der Kernstiele bei *Dasytricha* dürften indessen die Trennung von *Isotricha* und *Dasytricha* noch immer in genügender Weise rechtfertigen."

Nachdem ich im vorstehenden Abschnitt nachgewiesen habe, daß sowohl bei *Isotricha* wie bei *Dasytricha* Schlundstützen vorkommen, denen erst sekundär bei *Isotricha* der Kern zwischengelagert ist, fallen die Kernstiele als erstes charakterisierendes Merkmal fort. Ähnlich verhält es sich mit den Afterstützen. Bei beiden handelt es sich um mehrere Fibrillen, die bei *Isotricha* vorhanden sind und nur bei *Dasytricha* sich kräftiger entwickeln. Der Unterschied des angeführten Spiralverlaufes der Oberflächenstreifung besteht nur

darin, daß die Spiralen bei *Dasytricha* stärker gewunden sind als bei *Isotricha*. Auch der Unterschied in bezug auf die kontraktilen Vacuolen darf nur als ein geringfügiger angesehen werden.

Nach dieser Feststellung reichen die Unterschiede zwischen *Isotricha* und *Dasytricha* zur Unterscheidung einer besonderen Gattung nicht mehr aus, wohl aber bieten sie hinreichend Merkmale einer besonderen Art.

Es ist daher der Name *Dasytricha ruminantium* Schuberg in *Isotricha ruminantium* Schuberg umzuwandeln.

B. Peritrichen.

Fam.: Ophryoscoleciden.

Allgemeines.

Diese Gruppe der Protozoen des Wiederkäuermagens hat wegen ihrer äußeren Körperbeschaffenheit am meisten Beachtung bei den Forschern gefunden. Obwohl sich einige nur mit dem Studium dieser Formen befaßt haben, hat noch nicht behauptet werden können, daß diese damit hinlänglich bekannt geworden sind, speziell was ihre innere Organisation angeht. Auch über die Stacheln am aboralen Pol bei den komplizierteren Arten weichen die Meinungen voneinander ab. Der Grund hierzu lag in der recht weitgehenden Schwierigkeit der Beobachtung der Ophryoscoleciden. Schuberg sagt u. a. bei der Beschreibung des Schlundes der ziemlich einfachen *Entodinium bursa* in treffender Weise: „Das Vorderende wird von dem eigentümlichen locomotorischen und nutritiven Wimperorgan eingenommen, das dem Beobachter durch die sich darbietenden Schwierigkeiten der Untersuchung ebensoviele Schmerzen bereitet, als es durch seine schöne und imposante Erscheinung — nach Ledermüller — zu einer mikroskopischen Gemüts- und Augenergötzung wird."

Nach meinen Untersuchungen gestalten sich die cytologischen Verhältnisse bei weitem noch komplizierter, als es ohnehin von den früheren Forschern erkannt war. Bei den Ophryoscoleciden tritt u. a. ein förmliches System von Fibrillen auf, wie es mir von einem anderen Protozoon bisher nicht bekannt geworden ist.

Auch die Frage nach einer inneren oder äußeren Anlage der Wimpern bei der Teilung war wieder aufgetaucht, seitdem in einer neueren Arbeit die Entstehung der Neubildungen von außen her in den Bereich der Möglichkeiten gezogen wurde.

Obwohl außer Fiorentini besonders Eberlein alle im Wiederkäuermagen vorkommenden Ciliaten zu beschreiben sich bemühte, so habe ich nach meinen Untersuchungen erkennen müssen, daß die Fülle der Arten noch nicht erschöpft ist, daß neben den gewöhnlich auftretenden Arten auch mal die eine oder andere neue Art sich vorfindet. Zu diesen seltenen Gästen zählen auch die Bütschlien.

Eberlein hat die von Fiorentini als zwei getrennte Arten beschriebenen *Diplodinium dentatum* und *Diplodinium denticulatum* zu einer einzigen Art *Diplodinium dentatum* vereinigt, weil es sich nach seiner Überzeugung hier nur um Formschwankungen einer Art handelt. Eine Form mit drei Fortsätzen, ja sogar eine Form mit nur zwei Fortsätzen sind mir bei meinen Untersuchungen entgegengetreten. Stets war der eine Fortsatz eine Kleinigkeit länger als die übrigen. Außer diesen habe ich *Diplodinium dentatum* mit 6 Zacken und die von Fiorentini beschriebene *Diplodinium cattenei* mit 5 Fortsätzen gesehen. Gerade die letztere hat Fortsätze, die doppelt so lang sind wie die von *Diplodinium dentatum*. Auch bei diesen Formen zeigte sich die Tatsache, daß ein Stachel die übrigen um eine Kleinigkeit überragte. Ob es sich bei allen diesen Individuen nur um Formschwankung einer Art handelt, kann erst nach Berücksichtigung der vergleichenden Anatomie der Tiere entschieden werden.

Außer diesen erwähnten Individuen fand ich allerdings nur zweimal eine Art, die eine außerordentliche Ähnlichkeit mit der im Pferdeblinddarm sehr reichlich vorkommenden *Cycloposthium bipalmatum* aufwies. Es zeigte dieselben seitlichen Anhänge am aboralen Körperende, nur schien die Zahl der aus der Röhre hervortretenden Membranellen eine etwas geringere als bei *Cycloposthium* zu sein. Weitere Angaben kann ich zurzeit noch nicht machen, da mir nur spärliches Material zur Verfügung stand. Ich hoffe durch weitere Untersuchungen über die erwähnten neuen Arten bessere Klarheit schaffen zu können.

Entodinium bursa Stein.

Dieses Ciliat ist ausführlicher von Schuberg und Eberlein beschrieben worden. Da ich die Histologie des Tieres unberücksichtigt gelassen habe, so kann ich zurzeit keine weiteren Angaben machen und verweise daher auf die vorgenannten Arbeiten. Nach den gelegentlichen Untersuchungen scheinen mir am Schlund und After auch bestimmte Fibrillenzüge vorzukommen. Ich habe an diesem

Tier nur die Micronucleusteilung und die erste Anlage der Bewimperung studiert.

Trotz der bisherigen Untersuchungen ist eine lückenlose Teilung des Micronucleus bei irgendeinem Ciliaten des Wiederkäuermagens nicht bekannt geworden. Wohl hat Eberlein die Endstadien der Teilung bei *Entodinium bursa* beschrieben, die also die Teilung des Macronucleus und die Durchschnürung des Plasmas wiedergeben. Neuerdings hat Günther an einem Längsschnitt einer *Diplodinium*-Art festgestellt, daß der Micronucleus eine Umwandlung erfährt in der Weise, daß die chromatische Substanz sich zu „Chromosomen" umbildet, die sich zu einer Äquatorialplatte einstellen. In engem Zusammenhang steht damit die Frage nach einer von innen oder außen her erfolgenden Neubildung des Wimperapparates, die durch Günther wieder zum Gegenstand der Diskussion geworden ist. Nach ihm wird die neue adorale Wimperzone durch eine frühzeitige Einsenkung von außen gebildet.

Ehe ich jedoch weiter auf diesen Punkt eingehe, schicke ich voraus, daß hierbei die den Kern enthaltende Schicht nicht als Ectoplasma, sondern als ein besonderes äußeres Entoplasma aufzufassen ist. Die Einzelheiten darüber lasse ich bei der Besprechung von *Ophryoscolex purkinjei* folgen.

Schon Schuberg hat sich mit der Frage der Neubildungen bei der Teilung befaßt. „Bei *Entodinium* und *Diplodinium* wurde bei den jüngst beobachteten Stadien die neue Zone etwa in der Mitte des Tieres in einem queren, hauptsächlich auf der Dorsalseite des Tieres sich erstreckenden Hohlraume angetroffen, innerhalb dessen man deutlich die anfangs noch kleinen Membranellen schlagen sieht." Auch für die zweite quere Membranellenzone der Gattungen *Diplodinium* und *Ophryoscolex* kann Schuberg das gleiche Verhalten mitteilen. „Diese Membranellenzone wurde auf frühen Teilungsstadien stets innerhalb eines Hohlraumes angetroffen, der keine Kommunikation nach außen darbot."

Nach Eberlein wird bei *Entodinium* bei der Neubildung der adoralen Wimperzone ein länglich runder, vacuolenähnlicher, ungefähr in mittlerer Höhe der ventralen Seite des Körpers gelegener Hohlraum gebildet.

Also bei beiden Autoren vollzieht sich die erste Neubildung in der äußeren Entoplasmazone, d. h. rein innerlich.

Günther dagegen glaubt auf Grund einer *Diplodinium*-Form annehmen zu müssen, daß „sich in das Ectoplasma von außen her ein schmaler länglicher Kanal mit einer deutlichen Öffnung hinein-

senkt". Die Abbildung, die er beifügt, läßt allerdings zu wünschen übrig. Abgesehen davon, daß die betreffenden Verhältnisse nicht klar zutage treten, fällt besonders auf, daß der Mund vollständig sphinkterartig geschlossen ist und der Verdacht daher gerechtfertigt ist, daß ihm möglicherweise ein Macerationspräparat vorgelegen hat, und die Verhältnisse, die er beschrieben hat, nur als künstliche Veränderungen zu betrachten sind.

Nach meinen Feststellungen an *Entodinium* besteht die erste Anlage in einem feinen röhrenförmigen Kanal, der auf der rechten Körperseite in der Nähe des Macronucleus seinen Ursprung nimmt und sich durch das äußere Entoplasma, stets sich der das innere und äußere Entoplasma trennenden Fibrillenschicht anschmiegend, um den Körper herumzieht. Diese Feststellung konnte ich machen, da in diesem Kanal sich die Anlagen des Wimperapparates als kompakte kleine Körperchen hervorhoben. Ob diese ihren Ursprung aus dem Macronucleus nehmen, wie Géza Entz es für seine Tintinniden für wahrscheinlich hält, muß ich dahingestellt sein lassen. Diese äußerst kleine Röhrenanlage, die sicher erst durch die Anlage des Wimperapparates und ihr seitliches Wachstum in der Horizontalebene geschaffen wird, ist der Beginn der Teilung. Der Micronucleus zeigt morphologisch noch keine Veränderung, wenn auch vielleicht innerlich schon Umwandlungen vor sich gegangen sein mögen. Erst wenn der feine Kanal um den Körper herumläuft, sehen wir den Micronucleus sich zur Teilung vorbereiten. Der Macronucleus setzt mit seiner Zerschnürung erst viel später ein. Bei dem Teilungsprozeß liegt der Micronucleus stets am oberen Drittel des Macronucleus, in einer Vertiefung eingebettet. Der Micronucleus, der im Normalzustand keine Struktur erkennen läßt, zeigt im Anfangsstadium der Teilung eine streifenartige Längsanordnung seines Chromatininhaltes. Bei weiteren Stadien finden wir den Beginn einer typischen Centrodesmose. Die streifenartige Anordnung ist verschwunden. An dessen Stelle treten im Innern zwei sich eben getrennte Centriole auf, während der chromatische Inhalt noch ziemlich gleichmäßig im ganzen Micronucleus ausgebreitet ist. Auf weiteren Stadien sammelt sich die chromatische Substanz mehr und mehr um die Centriole, die ihrerseits weiter auseinander- und an die beiden Pole der Spindel vorrücken. Eine Äquatorialplatte habe ich nicht gefunden. Auf weiteren Stadien sehen wir wie die Tochterplatten allmählich in die an den Polen angesammelte chromatische Substanz übergehen und sich dabei auflösen. Die gesamte Tochterplatte ist dann

allmählich aufgelöst worden, während die Centrodesmose noch deutlich erhalten bleibt. Auf weiteren Stadien ist die Centrodesmose nicht mehr zu erkennen und das Chromatin hat sich an das äußerste Ende der beiden Pole als kleine Klumpen angesammelt. Nach der Durchschnürung, die somit eingeleitet ist, rücken die beiden Micronuclei auseinander in die beiden Teilstücke. Es hält jetzt schwer, die Centriole in den Micronuclei festzustellen.

Während des Durchnürungsvorganges hat sich der feine Kanal zu einem beträchtlichen Hohlraum erweitert, in dem eine lebhafte Wimperbewegung im Leben festzustellen ist. Irgendeine Verbindung mit dem umgebenden Medium war noch nicht festzustellen. Während aller dieser Vorgänge ist der Macronucleus von irgendwelchen Teilungserscheinungen noch unberührt.

An dieser Stelle möchte ich erwähnen, daß der Macronucleus bis an den Wimperapparat des vorderen Teilstückes heranreicht, so daß für das hintere Teilstück nur ein Drittel des gesamten somatischen Kernmaterials abfällt.

Von dem Moment ab, wo sich die Durchschnürung auch auf der dorsalen, der dem Macronucleus zugekehrten Seite bemerkbar macht, beginnt seine Zerteilung. Und zwar erfolgt sie stets in amitotischer Weise. Auf diesen Stadien erst fällt die Hülle der neuen Wimperanlage, und dann dauert es nur sehr kurze Zeit bis zur völligen Trennung.

Die Auffindung eines Centriols bei Ciliaten ist erst in den letzten Jahren in wenigen Fällen geschehen. So haben Chagas bei zwei Arten parasitischer Ciliaten und Nägler bei dem freilebenden Ciliaten *Chilodon* Centriole feststellen können. Bei meiner Form traten die Verhältnisse mit dem Centriol außerordentlich klar zutage.

Ophryoscolex purkynjei. Stein 1859.

Diese Form hat mir am reichlichsten von den *Ophryoscolex*-Arten vorgelegen. Ich werde bei ihrer Beschreibung zugleich der übrigen *Ophryoscolex*-Arten Erwähnung tun, weil die Vertreter dieser Gattung so große Übereinstimmung zeigen. Ich werde daher auf die Arbeiten von Eberlein und Günther, die die anderen Arten dieser Gattung eingehender beschrieben haben, des öfteren zurückkommen.

Diese Art ist von Stein näher beschrieben und seine Angaben sind von Eberlein bestätigt worden. Der Körper ist formbeständig

und hat eine langgestreckte Gestalt. Die Länge entspricht der doppelten Breite des Tieres. Eine Biegsamkeit, wie sie Stein beschrieben hat, habe ich nicht gesehen. Auch Eberlein und Günther haben diese nicht bestätigt. Die Rückenfläche des Tieres hat eine leichte Wölbung erfahren, während die Bauchfläche abgeflacht ist. Unter der Bauchfläche verstehe ich mit den früheren Untersuchern die von der queren Membranellenzone freigelassene Partie des Körpers. Das vordere Ende des Körpers hat eine in schiefer Richtung dorsoventrale Abplattung erfahren.

Liebetanz hat festgestellt, daß auf mechanische oder thermische Reize die Ciliaten mit großer Geschwindigkeit sich in der Untersuchungsflüssigkeit bewegen und dabei ihre Körperwand in ständiger Bewegung einziehen und wieder herausdrücken. Und zwar soll dadurch die Geschwindigkeit erhöht werden. Wenn er es hauptsächlich bei Diplodinien und Entodinien, aber auch nur bei einigen Individuen, festgestellt hat, so ist es bei den eigentlichen Ophryoscoleciden nicht sehr wahrscheinlich, wie später bei dem Fibrillensystem gezeigt werden soll. Diese Bewegung habe ich im Leben nicht beobachtet.

Zum besseren Verständnis der komplizierten Organisationsverhältnisse werde ich erst eine histologische Betrachtung über die einzelnen Körperschichten anstellen, im Zusammenhang damit näher auf den Stützapparat eingehen und die Wimperverhältnisse dann erst behandeln.

Eberlein hat eine nähere Beschreibung der Körperschichten gegeben. Nach ihm umkleidet die Cuticula den ganzen Körper als ziemlich dicke Schicht und erscheint als eine völlig homogene Membran. Ferner soll sie hart und spröde sein und daher beim Schneiden sehr häufig ausspringen. Das letztere habe ich nicht beobachtet. Ferner nahm sie bei der Färbung ebenfalls die Farbe an und zeigte sich nicht bloß als eine gelbliche Linie, wie Eberlein und Günther angeben. Auf die Cuticula folgt nach der Körpermitte zu eine feine, von Eberlein als Bütschli'sche Alveolarschicht bezeichnete einfache Wabenlage, die sich von der darauffolgenden, eine größere Mächtigkeit zeigenden Schicht, dem sog. Ectoplasma nach Eberlein, durch eine homogene Membran abschließt. Diese Membran ist von Eberlein und Günther nicht hervorgehoben worden. Sie ist aber wichtig zum Verständnis der einzelnen Schichten.

Das sog. Ectoplasma nach Eberlein zeigt einen regelmäßigen wabigen Bau und füllt den größten Teil des Kopfabschnittes und

die Stachelfortsätze vollkommen aus. In dieser Schicht liegen ferner der Kern und die kontraktilen Vacuolen. Eine Eigenbewegung war nicht festzustellen.

Die Körpermitte des Tieres ist ausgefüllt mit dem Entoplasma, das ebenfalls einen wabigen, aber infolge der vielen Futterpartikelchen unregelmäßigen Bau aufweist. Von Eberlein ist sodann angegeben worden, daß das Entoplasma sich in einer Rundung oberhalb der Stachelfortsätze schließt. Der von Eberlein abgebildete Schnitt ist in bezug auf seine Organisation richtig wiedergegeben, gibt aber von den tatsächlichen Verhältnissen ein falsches Bild. Ein Schnitt unmittelbar hinter dem Stützapparat geführt zeigt, daß das Entoplasma *b* diesen in seiner ganzen Länge begleitet und daher bis an das Körperende hinabreicht und nur die einzelnen Zacken freiläßt. Diese innerste Schicht ist von dem sie umgebenden, oben erwähnten Entoplasma *a* (sog. Ectoplasma der Autoren) durch die von Schuberg zuerst erwähnte „Grenzschicht" getrennt. Eberlein weist darauf hin, daß sie longitudinal eingelagerte Fibrillen erkennen läßt. Diese Schicht nimmt die Farbe gut an und umgibt das Entoplasma *b* gewissermaßen sackförmig.

Ferner hat Eberlein an der inneren und äußeren Seite dieser „Grenzschicht" mehrere Alveolarschichten beschrieben, die von Günther nicht wiedergefunden worden sind, und die ich ebenfalls vergeblich gesucht habe.

Nun ist die Frage nach der Zugehörigkeit dieser Schicht aufgeworfen worden, ob sie als eine selbständige Schicht oder zum Ectoplasma oder Entoplasma gehörig aufzufassen ist. Damit komme ich zu meiner Ansicht über die einzelnen Schichten des Körpers.

Die von den früheren Autoren bezeichnete äußerste Körperschicht als Cuticula ist vollauf berechtigt. Die nun folgende Alveolarschicht ist aber nicht als eine Differenzierung des Ectoplasmas aufzufassen, wie Eberlein dies tut, sondern ist das Ectoplasma selbst. Und damit bekommt die von mir oben genannte Membran den Charakter der Grenzschicht, die aber keine Fibrillen enthält. Die nun folgende Schicht, die den Kern enthält und als Ectoplasma von meinen Vorgängern bezeichnet wird, ist nicht das Ectoplasma sondern stellt nur einen besonders differenzierten Teil des Entoplasmas dar, dem vielleicht nur eine rein assimilierende Tätigkeit gegenüber dem die Nahrungskörper enthaltenden ver-

dauenden Teil zukommt, was ja durch die Anwesenheit der kontraktilen Vacuolen bewiesen wird. Diese Scheidung des Entoplasmas in zwei nebeneinander bestehende Schichten konnte nur durch die Ausbildung des außerordentlich verzweigten Fibrillensystems in so hohem Maße durchgeführt werden. Die Fibrillenschicht stellt somit nur einen Teil des komplizierten Fibrillenapparates dar und ist als ein besonderes Gebilde im Entoplasma aufzufassen.

Bei einer vergleichenden Betrachtung dieser Körperschichten mit der von anderen Ciliaten ist Eberlein von den Ophryoscoleciden ausgegangen und hat eine Übereinstimmung mit *Isotricha prostoma* festgestellt. Ich werde dagegen von der letzteren ausgehen und die Ophryoscoleciden von dieser Seite aus betrachten.

Nach meinen obigen Ausführungen stimmen die Verhältnisse außerordentlich überein. Wir haben hier wie dort eine auf die Cuticula folgende schmale Ectoplasmaschicht, die nach innen durch eine Grenzschicht abgetrennt ist. Dann folgt bei beiden die große Masse des Entoplasmas. Schon bei den Isotrichen haben wir gesehen, daß bei der Betrachtung im Leben auf die Grenzschicht sich eine dunkler und dichter erscheinende Schicht nach innen anlegt. Schon Eberlein hat für diese keine Bewegung trotz des innigen Zusammenhanges mit dem verdauenden Plasma feststellen können. Wir sehen also, wie sich die Differenzierung der verschiedenartigen Funktionen des Entoplasmas bei den Isotrichen anbahnt und bei den Ophryoscoleciden zur höchsten Vollendung geführt ist.

Ähnliche Verhältnisse über den Schichtenbau des Entoplasmas haben auch andere Forscher gefunden, Entz bei *Nyctotherus* und Hartmann bei den Trichonymphiden.

War die Feststellung der einzelnen Schichten das erste Ergebnis der histologischen Forschung, so bedeutet die Erkennung des Stützapparates durch Günther einen weiteren Fortschritt. Aber so völlig neu, wie Günther angibt, ist seine Entdeckung doch nicht. Denn schon Stein schreibt in seiner Charakteristik über *Ophryoscolex purkynjei*, daß die Bauchseite eine schmale Sohle darstellt, die jederseits von einem Streifen körnig-höckeriger Granulationen begrenzt wird. Auch Eberlein hat diese Beobachtung bestätigt. Günther gibt an, diese Verhältnisse nicht wiedergefunden zu haben, bestätigt aber unbewußt bei der Beschreibung seines Stützapparates die Richtigkeit der früheren Angaben.

Diese beiden Längsstreifen sind nur die nach dem Körperinnern umgebogenen Kanten des Stützapparates, die infolge der Lichtbrechung bei der großwabigen Beschaffenheit des Apparates als Streifen körnig-höckeriger Granulationen schon deutlich am ungefärbten Präparat, in vivo und post mortem, hervortreten. Die von Günther gebrachte Beschreibung des Stützapparates kann ich nach meinen Untersuchungen nur in geringem Maße bestätigen. Ich möchte die Unterschiede darauf zurückführen, daß Günther bei seinen Rekonstruktionsversuchen mehr Gewicht auf die äußere Beschaffenheit des Körpers als auf den inneren Zusammenhang gelegt hat.

Nach ihm bildet der Stützapparat, der äußerst kompliziert gebaut ist, „kein einheitlich Ganzes, sondern setzt sich aus zwei Teilen zusammen, die, zuerst getrennt voneinander den Schlund teilweise umfassend, bald ganz nahe zusammentreten, um schließlich wieder einzeln verlaufend, tief unten im Tier zu endigen. Dieser Stützapparat ist nur im Ectoplasma und an der Bauchseite des Tieres gelegen. Der eine Teil des Stützapparates liegt in seinem ganzen Verlaufe der Pellicula der Bauchfläche an, nur getrennt von derselben durch die alveoläre Pellicularschicht. Die Ausdehnung in der Breite beträgt annähernd denselben Teil, wie er von dem queren Membranellenzuge freigelassen wird, also ungefähr den fünften Teil der Körperbreite. In der Längsrichtung ist dieser Teil des Stützapparates nicht gleichmäßig geformt, sondern im oberen bis zweiten Drittel des Körpers nach dem Körperinnern zu verdickt. Der zweite Teil des Stützapparates entspringt an der rechten Seite des Tieres, mehr von der Rückenfläche desselben, geht in einer leichten Spirale zur linken ventralen Körperseite über und stößt hier mit dem der Bauchfläche benachbarten Teil, sich diesem anlegend, zusammen. Beide Teile sind jetzt übereinander gelagert, treten aber bald wieder auseinander, um bis in die unterste Partie des Körpers einzeln zu verlaufen, stets dem Schlund angelagert.“ Auf Grund dieser Angaben von Günther soll dieses Gebilde einen Stützapparat nur für den Schlund darstellen.

Dieser Stützapparat ist, im Gegensatz zu Günther, ein einheitliches Gebilde, das die ganze Bauchseite ausfüllt und in dem Entoplasma *a* gelegen ist. Der Stützapparat ist eine Platte, die an den Seitenrändern nach dem Körperinnern zu umgebogen ist, und deren Seitenränder an dem oralen Ende zu Zipfeln ausgezogen sind und daher besser den Schlund umgreifen. Es stellt somit

der von Günther als der zweite Teil des Stützapparates bezeichnete Abschnitt nur die Ausziehung der Platte von der Bauchseite her, also den rechten Zipfel der Platte, dar. Auf Längs- und Querschnitten ist zu erkennen, daß die Platte nicht überall die gleiche Dicke besitzt, sondern nach ihren Rändern zu stetig abnimmt. Die größte Dicke erreicht sie in der Mitte, das ist die Stelle auf der Bauchseite zwischen den beiden Ansatzstellen der Membranellenzone. Über den von Günther erwähnten Einzelverlauf der beiden Teile des Stützapparates im unteren Körperabschnitt habe ich mich schon ausgesprochen.

Auf Schnitten hat Günther zwei Schichten des Stützapparates unterschieden: eine feine, dünne, strukturlose, völlig homogene Membran und die von dieser eingeschlossene Substanz mit großen, meist zur Längsachse des Stützapparates senkrecht gerichteten Waben. Ich möchte dagegen diesen in drei Schichten zerlegen. Zu äußerst, auf die Grenzschicht folgend, finden wir ein aus feinen, langen, ineinander übergehenden Fibrillen gebildetes Netzwerk, dem sich dann nach innen die von Günther erwähnte Wabenschicht anschließt. Es sind sehr große Waben, die manchmal die ganze Dicke des Stützapparates einnehmen können. Auf diese folgt dann an der Grenze von Entoplasma *a* und Entoplasma *b* eine Fibrillenlage, die genau parallel nebeneinander verlaufende, sehr kräftige Fibrillen aufweist und die später bei der Schlundumgrenzung noch eingehender erwähnt werden muß.

In seiner weiteren Arbeit hat Günther eine Färbung dieses Stützapparates erzielt, und zwar nahmen die die einzelnen Waben trennenden Wände zuerst die Farbe an und dann erst der Inhalt der Waben. Dazu möchte ich bemerken, daß bei geringer Differenzierung schon ein völliges Aufhellen der Hohlräume eintrat, was immerhin der Vermutung Raum gibt, daß der Inhalt der Hohlräume vielleicht gar nicht färbbar ist.

Alle feineren cytologischen Verhältnisse hat Günther durch die Heidenhain-Färbung festgestellt. Mir selbst hat sie bei den später zu besprechenden Fibrillen wertvolle Dienste geleistet. Aber auch durch andere Färbungen, wie Delafield-Hämatoxylin und Feucht-Giemsa, traten die Fibrillen, wenn auch weniger übersichtlich, hervor.

In dem Entoplasma *a* liegt an der rechten Körperseite des Tieres der Macronucleus, dem meist in halber Höhe stets nach außen der Micronucleus angelagert ist. Um keinen Irrtum über die Lage des Kernes aufkommen zu lassen, möchte ich noch

einmal betonen, daß bei Betrachtung der Ventralseite des Tieres für den Beschauer der Kern links von dem Stützapparat gelegen ist. Stets ist er nur an dieser Stelle anzutreffen, hat also eine konstante Lage, im Gegensatz zu Günther, der ihn an verschiedenen Stellen gefunden hat. Aus nicht orientierten Schnitten kann man leicht zu falschen Schlüssen über seine Lage kommen.

Wenn wir das Vorstehende festhalten, so stimmen meine Beobachtungen mit denen von Stein und der von Günther in seiner zweiten Arbeit angegebenen Lagerung überein.

Eine Ausnahme davon macht Eberlein, der den Kern auf der linken Körperseite angetroffen hat. Da ich bei der sogleich zu besprechenden Membranellenzone den gleichen Unterschied über ihren Ursprung zeigen werde, so habe ich der Ursache dieses Widerspruches beizukommen versucht. Wenn ich die Abbildungen sämtlicher *Ophryoscolex*-Arten von Eberlein anders projiziere, d. h. wenn ich bei der genau gleichen Lage des Tieres die von Eberlein als Oberseite angegebene Seite des Körpers in eine tiefere Schicht verlege und die zu unterst gelegene Körperpartie nach oben bringe, so stimmen die auf diese Weise umgewandelten Abbildungen völlig mit meinen Befunden überein.

Der Macronucleus ist langgestreckt und hat bei der schiefen Lagerung des Stützapparates eine entsprechende Drehung zur Längsachse des Tieres erfahren. Im Leben ist er als ein stark granulierter Körper zu erkennen, der nach der Färbung zahlreiche grobe Chromatinkörper aufweist. Von dem Entoplasma *b* ist er durch den dünner werdenden Saum des Stützapparates völlig abgetrennt und dem letzteren sehr dicht angelagert. Es gehört, wie auch Günther sagt, die allergrößte Aufmerksamkeit dazu, zu erkennen, daß zwischen Kernmembran und Fibrillenschicht doch noch ein kleiner Zwischenraum besteht. Ja, sehr oft ist der Zwischenraum nicht mehr zu sehen. An gut gelungenen Längsschnitten kann man nach Günther am Kern von in Teilung begriffenen Tieren ziemlich regelmäßige Längsstreifung erkennen. Nach seiner Abbildung und dem bisher Gesagten erscheint es mir wahrscheinlich, daß eine Täuschung durch die sehr zahlreichen Fibrillen der Fibrillenschicht vorgelegen hat. Auch hier kommt man wieder leicht zu falschen Anschauungen, wenn die Schnitte nicht orientiert sind.

Der Micronucleus erscheint im Leben als ein helles Bläschen, das in der Vertiefung in der oberen Partie des Macronucleus gelegen ist. An einigen Schnitten habe ich an ihm einen feinwabigen Bau feststellen können.

Der erste, der etwas von dem Fibrillenreichtum gefunden hat, ist Günther gewesen. Seine Untersuchungen haben ihn zu dem Resultat geführt, daß die Wimpern die Pellicula durchbohren und mit dem Entoplasma *a* in Verbindung stehen. An die Basis der Cilien setzen sich nach ihm kleine Protoplasmafäden an, die den innigen Zusammenhang zwischen Wimpern und Protoplasma vermitteln sollen. Ferner hat er sowohl unter der Pellicula der adoralen Wimperzone als auch unter der des queren Membranellenzuges starke Züge von Muskelfasern (Myonemen) festgestellt. „Da die Myoneme gerade an den Stellen der Pellicula zu treffen sind, wo durch die letztere die Wimpern hindurchtreten, so werde ich", sagt Günther, „wohl in der Annahme nicht fehlgehen, daß durch die Kontraktionen der Myoneme die Bewegungen der Wimpern stark beeinflußt werden." Auch an dritter Stelle hat er mächtige Myonemschichten entdeckt und zwar in der hinteren Hälfte des Tieres im Entoplasma *a*, unter der Pellicula genau da, wo sich die ringförmig angeordneten Stacheln mit ihrer Basis am Tierkörper anheften. „Obwohl eine Beweglichkeit dieser Stacheln und Zacken von Eberlein geleugnet wird und von mir nicht[1]) gesehen (!) wurde," sagt Günther weiter, „so gelange ich doch jetzt, nachdem ich diese äußerst starken Myonemschichten an jener Stelle gefunden, zu der Annahme, daß doch wohl das hintere Ende des Tieres, abgesehen von der geringen Beweglichkeit des langen pfriemenartigen Fortsatzes, in engen Grenzen sich zu bewegen imstande sein muß."

Was Günther an Fibrillen erkannt hat, sind nur die starken Fibrillenbündel gewesen, die in der von ihm angegebenen Lage anzutreffen sind. Die feineren, diese Fibrillenzüge verbindenden Fibrillen und die Fortsätze der Wimpern im Entoplasma sind ihm entgangen. Es ist dies um so auffälliger, als er die gleichen Hilfsmittel benutzt hat wie ich. Ich vermute, daß er den Fibrillenreichtum gesehen, aber von einer Beschreibung Abstand genommen hat. Mit dem Nachweis dieses außerordentlichen Fibrillenreichtums ergibt sich aber die Schwierigkeit, ihrer in der Beschreibung gerecht zu werden und von ihrer Schönheit und Harmonie zu berichten.

Ich beginne vorteilhaft mit der Besprechung der Membranellenzone.

Der quere Membranellenzug beginnt an der rechten Körperseite unmittelbar an der Bauchplatte. Wenn wir an seinem

[1]) Von mir gesperrt.

Anfange etwas in das Körperinnere gehen, so treffen wir stets auf das vordere Ende des Macronucleus, der Membranellenzug beginnt also über dem Vorderende des Macronucleus und verläuft in einer ziemlich kräftigen Spirale, über die Dorsalseite des Körpers entlang ziehend, nach der linken Seite der ventralen Fläche. Die beiden Enden der Spirale sind durch die schon oben erwähnte Bauchplatte voneinander getrennt. „Dadurch, daß die Spirale sich in ihrem Verlaufe etwas dem hinteren Körperende nähert, liegen Anfangs- und Endteil der Spirale nicht in gleicher Höhe, sondern es langt letzterer etwas unterhalb des ersteren auf der ventralen Körperfläche an. Durch diesen Vorgang ist auch die unvollkommene Spirale bedingt." Da dieser queren Membranellenzone nur die Locomotion zufällt, so ist es interessant zu sehen, wie wunderbar die Spiralform der Fortbewegung des Tieres dienlich ist. Die Fortbewegung aller Ophryoscoleciden besteht in einer ständigen Rotation um die Längsachse und zwar bei Betrachtung der Bauchseite, von links nach rechts, d. h. daß das obere Ende der Membranellenzone stets vorangeht. Diese wirkt also bei der Fortbewegung wie eine Schraube ohne Ende.

Über die Bewegung der einzelnen Membranelle haben alle früheren Forscher nichts erwähnt. Sie haben sich darauf beschränkt, daß „ein sicheres Erkennen wegen der lebhaften Bewegungen des Tieres sehr schwierig sei". Da es unmöglich ist, die Bewegungen der Wimpern am ungeschwächten, lebhaften Tier zu verfolgen, so habe ich die einzelnen Flüssigkeitstropfen langsam auf dem Objekttisch eintrocknen lassen und so die Lebensenergie der Ciliaten herabgesetzt. Die jetzt langsam schlagenden Membranellen beschreiben mit ihrer Spitze eine schmale, langgestreckte Ellipse, deren Hauptdurchmesser der Längsachse des Tieres parallel verläuft. Sie schlägt zuerst an der auf sie folgenden Membranelle vorbei nach dem hinteren Körperende zu und kehrt auf dem Wege an der ihr vorausgehenden Membranelle vorbei in die Ausgangslage zurück. Nach meinen Beobachtungen will es scheinen, als ob dieses Zurückschlagen in die Ruhelage ein wenig schneller und kürzer erfolgt als das Hinunterschlagen.

Jede Membranelle ist durch Verklebung mehrerer gleichlanger Wimpern hervorgegangen, und die Zerfaserung der Membranellen, die häufig eintritt, ist daher verständlich. Die Membranellen sitzen, wie Günther angibt, nur an dem inneren Rande des inneren Saumes, der durch einen ziemlich großen Wulst von außen verdickt ist. In den Wänden dieses äußeren Saumes trifft man regelmäßig einzelne stärkere quere Fibrillen. Ferner hat

Günther an diesen Wülsten Einschnürungen beschrieben. Diese können manchmal auftreten, wenn ein stärkerer Druck im Protoplasma sich bemerkbar macht. Etwas Besonderes, wie Günther meint, stellen sie nicht dar.

Jede Membranelle zeigt eine doppelte Befestigung. Nach der Durchbohrung der äußeren Schichten gehen von ihrem inneren Ende durch das Entoplasma *a* kurze innere Stützen an die Fibrillenschicht, während nach außen an die Grenzschicht erheblich längere Fibrillen ziehen. Meist haben sich vier äußere Fibrillen an ihrer Spitze zu einem Bündel zusammengelegt. Es findet also auch hier ein Zusammenschluß einzelner Fibrillen zu größeren Bündeln zur Erhöhung ihrer Stützfunktion statt, wie wir es bei den Isotrichen schon kennen gelernt haben.

Der ganze Körper ist von einer großen Zahl fast parallel miteinander quer zur Längsachse verlaufender Fibrillen umgeben, die, wie der eben erwähnte Membranellenzug von dem Stützapparat ihren Ursprung nehmen und nach der dorsalen Umziehung wieder in diesen zurückkehren. Sie können nun aber eine beträchtliche Stärke annehmen, wenn ihnen eine besondere Funktion zukommt. So finden wir oberhalb der Membranellenzone zwei quere Fibrillenbündel, die in einem bestimmten Abstand, durch mehr oder weniger regelmäßig angeordnete Längsfibrillen verbunden, stehen. An diese treten von der adoralen Wimperzone bestimmte Fibrillenbündel heran.

Damit gehe ich zur Beschreibung des Schlundapparates über.

Dieser zeigt bezüglich seiner Organisation noch schwierigere Verhältnisse als die Membranellenzone. Die Membranellen der adoralen Wimperzone stehen in einer Spirale, die auf der linken Körperseite, etwas über der Spitze des länger ausgezogenen linken Zipfels des Stützapparates beginnt. Sie geht dann über die Bauchseite nach der Rückenseite über, kommt dann abermals auf die Bauchseite (*B*) zurück und verläuft von hier noch einmal an die Rückenfläche (*R*). Der beschriebene Weg ähnelt sehr einer umgekehrt liegenden sechs. Der Mitte der bauchartigen Anschwellung dieser Zahl entsprechend, liegt der Schlundeingang in der Mitte der adoralen Wimperzone. Die Bewegung der einzelnen Membranellen der Mundöffnung erfolgt in der gleichen Weise und Richtung wie die der queren Membranellenzone, so daß ich wohl darauf verweisen darf. Diese Membranellen sitzen ebenfalls an der inneren Fläche des inneren Saumes. Die sie umgebenden Wülste

zeigen noch stärkere Fibrilleneinlagerungen wie die des queren Membranellenzuges. Die Insertion der einzelnen Membranellen weist im Grunde die gleiche Anordnung wie die der queren Membranellenzone auf, also die doppelte Befestigung an der Fibrillenschicht nach innen und nach außen an der Grenzschicht. Nur werden die Verhältnisse insofern komplizierter, als sich diese im Entoplasma *a* liegenden Stützfibrillen der Wimpern außerordentlich verlängern. Die bei dem Stützapparat erwähnten, zu innerst gelegenen parallelen Fibrillen ziehen nach vorn über den Stützapparat hinaus und legen sich infolge der Zipfelauszüge des Stützapparates kreisartig zusammen und werden an ihrem der Mundöffnung genäherten Teil von einem Fibrillenschlundring umgeben. Sie machen also den inneren Teil der umgekehrten 6 aus. An ihrem oralen Ende sitzen die Wimpern auf, man könnte daher diese kräftigen Fibrillen mit ebenso gutem Recht den inneren Stützen dieser Membranellen zurechnen. Die zu diesen Membranellen gehörigen Außenstützen vereinigen sich ebenfalls zu je 3 oder 4 Stützfibrillen, die nun ihrerseits sich noch einmal zu größeren Gruppen zusammenlegen. Jede einzelne Gruppe hat nur einen Befestigungspunkt, der entweder im Stützapparat selbst oder sonst auf den beiden oberhalb der queren Membranellenzone gelegenen Fibrillenstämmen zu finden ist. Die nicht an der Schlundbildung beteiligten Wimpern, die den großen Bogen der umgekehrten 6 ausmachen, haben wieder die typische, klarer hervortretende Sonderung der Innen- und Außenstützen. Erstere gehen an die Fibrillenschicht heran, die letzteren verbinden sich zum Teil mit den äußeren Wimperstützen des inneren kleineren Bogens der umgekehrten 6 und verlaufen ebenfalls an den Stützapparat und an die beiden schon erwähnten starken Fibrillenzüge oberhalb der queren Membranellenzone.

Der Schlund selbt zeigt im Innern keine Bewimperung. An der Stelle, wo die starken Fibrillen von dem Stützapparat sich abbiegen, hört das Entoplasma *b* auf und ist dort mit einer zarten Haut bedeckt. Der Schlund ist ziemlich eng und läßt daher solche großen Futterpartikelchen, wie wir sie in den Diplodinien und Entodinien sehen, nicht passieren. Wenn wir von vorn in den Schlund hineinschauen, erkennen wir, daß dieser eine leichte Krümmung im Sinne des Uhrzeigers erfährt, also der Streichrichtung der queren Membranellenzone ganz entsprechend.

Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit dem aboralen Körperende zu. Hinter der queren Membranellenzone erfährt der Körper

eine schwache Verjüngung. Beim ersten Blick fallen die eigenartigen Stachelfortsätze dem Beobachter auf. Die oberste Reihe dieser ringförmig angeordneten Stacheln wird von 5 backenzahnartig geformten Körpern gebildet. Sie sind, wie Günther angibt, mit breiter Basis am Tierkörper angeheftet, besitzen einen kurzen gedrungenen Körper und gehen je in drei leicht nach innen gekrümmte Zacken aus. Diese 5 Stacheln „sind in der Weise gleichmäßig peripher um den Körper angeordnet, daß sie die ventrale Fläche desselben völlig freilassen". Dazu möchte ich bemerken, daß ich manchmal an einem Stachel nicht nur 2 oder 3, sondern auch 4 Zacken gefunden habe, die einfach dadurch entstanden waren, daß die mittlere eine Spaltung in zwei Spitzen erfahren hatte, die aber nicht so tief reichte wie die normale Spaltung der 3 Zacken voneinander. Die Beobachtungen Günther's, daß diese Stachelreihe nicht auf die Bauchseite übergreift, ist richtig. Dagegen hat er auf eine andere Tatsache überhaupt nicht hingewiesen. Alle drei Stachelreihen sollen nach ihm eine ringförmige Anordnung zeigen. Das trifft aber nicht zu. Die einzelnen Reihen stehen, wie Eberlein schon richtig angegeben hat, in Spiralen, die dem Zuge der queren Membranellenzone entsprechen. Daher sind auch die folgenden Reihen keine geschlossenen Ringe, wie Günther angibt. Infolge des dünn und schmal auslaufenden Stützapparates können die beiden Enden dieser Spiralen einander genähert sein und daher vielleicht eine Ringbildung vortäuschen. Begünstigt wird das letztere insofern, weil die Stacheln der 2. und 3. Spirale keinen eigentlichen „Körper" besitzen, sondern nur eine spitz zulaufende, leicht nach innen gekrümmte Form erkennen lassen. Die Zahl der Stacheln der beiden unteren Spiralen beträgt 15—16 bzw. 6.

Die den Abschluß gebenden zwei Zacken unterhalb der untersten Spirale können als die Ausläufer des Stützapparates angesehen werden.

Bei einer genaueren Betrachtung dieser Zacken erkennen wir, daß sich in jede Zacke eines Stachels eine Fibrille hinein fortsetzt. Wir werden bei *Entodinium caudatum* sehen, daß dort auch entsprechend der größeren Dicke und Länge des Schwanzes eine stärkere Fibrille, die aus mehreren Fasern zusammengesetzt ist, auftritt und die lange Ausziehung des äußeren Entoplasmas hervorruft. Die gleichen Verhältnisse werden sich auch für die übrigen Ophryoscolexarten nachweisen lassen.

Ferner hat Günther an der Basis dieser Stacheln mächtige

Fibrillenlager entdeckt. Wie ich schon oben erwähnte, umziehen den Körper viele feine parallel verlaufende Fibrillen, die an besonderen Stellen sich stärker häufen können. So ist es auch an der Basis der Stacheln. Es sind außerordentlich viele und teilweise zu Bündeln zusammengelegte Querfibrillen. Sie haben ihren Ursprung im Stützapparat und setzen sich zur besseren Befestigung eine kurze Strecke noch in diesen hinein fort.

Auf Grund seiner Beobachtung kam Günther zu dem Schluß, daß diese Fibrillen Myoneme darstellen und daß daher die Zacken beweglich sein müssen, trotzdem er eine Beweglichkeit ausdrücklich nicht festgestellt hat. Nach all dem Gesagten über den Stützapparat und den Fibrillenreichtum geht aus meinen Untersuchungen hervor, daß die Fibrillen keine Myoneme, sondern einfache elastische Stäbchen sind, denen nur die Stützfunktion zukommt. Daß diese so wirksam in Erscheinung treten kann, hängt mit der Ausbildung des Stützapparates zusammen. Dieser dient also nicht nur dem Schlund zur Stütze, wie Günther angibt, sondern bietet für die vielen Querfibrillen des Körpers gute Ansatzpunkte.

Nun ist auch für die Ophryoscolexarten von den früheren Untersuchern angegeben worden, daß ihr Peristom und die Membranellenzone retraktil seien. Diese Angaben sind mit meiner Ansicht gut zu vereinen. Das Protoplasma bleibt nach wie vor ein scheinbar homogenes, zähflüssiges Medium, daß bei unseren Formen durch die Fibrillenanhäufungen an eine starre Gestalt gebunden wird. Vermöge der Elastizität der einzelnen Fibrillen ist das Protoplasma imstande, irgendwelche Reize durch schwache Lageveränderung der beiden Wimperzonen zu beantworten.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die bizarre Körpergestalt der Ophryoscoleciden nur durch das Fibrillensystem erhalten wird.

Damit ist ein weiterer Beweis für die von Koltzoff vorgetragene Anschauung gegeben, daß eine jede Zelle, deren äußere Gestalt von der Kugelform abweicht, ein festes Skelett besitzt, welches dem flüssigen Protoplasma eine bestimmte äußere Gestalt verleiht.

Die Afteröffnung soll nach Eberlein und Günther unmittelbar am aboralen Pol, also innerhalb der dritten Spirale liegen. Aber ihre Abbildungen geben keinen After wieder. An der im Text bezeichneten Stelle habe ich diesen nicht finden können. Nach meinen Untersuchungen liegt er auf der linken Seite des Tieres, wo die quere

Membranellenzone endet, und liegt stets innen von der ersten Stachelspirale. Der After ist jedoch keine einfache Röhre, sondern ein schmaler länglicher Spalt, der eine der Körperrundung entsprechende Rundung erfahren hat. Auf Schnitten ist zu erkennen, daß die das Entoplasma umgebenden Schichten sich in diesen Spalt hinein fortgesetzt haben. Ferner liegen in diesen Schichten auch wieder reichlich quere Fibrillenzüge, die ihn daher stets offen erhalten.

Bei der Teilung des Tieres erfolgt die Neuanlage der Wimperzone des hinteren Teilstückes unmittelbar hinter den Spitzen der äußeren Membranellenstützen, und zwar sind die ausschlaggebenden die der letzten Membranellen, die also am weitesten nach hinten gelagert sind. So ist es darnach nicht verwunderlich, wenn die Teilungsebene soweit nach hinten verschoben ist, und die Länge des hinteren Teilstückes nur die Hälfte des vorderen ausmacht. Wir haben diese ungleichhälftige Querteilung auf die Organisationsverhältnisse dieser Tiere zurückzuführen.

Bau und Bedeutung der Stachelfortsätze.

Nach Eberlein stellen die Stacheln nur Fortsätze seines Ectoplasmas (nach uns des Entoplasmas *a*) dar. „Der Körper wie die Stachelfortsätze sind mit Ausnahme des Schwanzfortsatzes, der eine gewisse Beweglichkeit besitzt, unbeweglich, ganz starr und sehr spröde."

Bei geeigneter Färbung mit Eisenhämatoxylin gelang es mir, in jedem Zipfel eine feine Fibrille nachzuweisen, die vom basalen Ende des Stachels in die Spitze hineinzieht.

Kräftiger erscheint in den Schwanzfortsätzen diese Fibrille (Fig. 43). Sie liegt der inneren Fläche an und beginnt an der Stelle, wo sich der Schwanzfortsatz aus dem Körper heraushebt, wenn wir an *Entodinium caudatum* denken. Diese Fibrille beginnt ohne ein Basalkörnchen und wird auch entsprechend der weiter zunehmenden Verjüngung des Schwanzfortsatzes dünner. Manchmal kam es mir vor, als ob eine leichte Aufspaltung am vorderen Ende des Achsenstabes des Schwanzes, wie ich ihn bezeichnen möchte, eintreten kann. Ich bin daher geneigt anzunehmen, daß wir es auch hier, analog den Afterstützen bei *Isotricha ruminantium* mit der Verklebung mehrerer dünner Fibrillen zu einem einzigen dicken und daher kräftigen Fibrillenbündel zu tun haben. Diese Fibrillen sind es, die dem Schwanzfortsatz seine Gestalt verleihen.

Eine Beweglichkeit bei den langgeschwänzten Formen habe ich nicht feststellen können. Daher kann ich der dem Schwanzfortsatz von Eberlein zugesprochenen und von Günther bekräftigten Auffassung als aktives Steuerorgan nicht beipflichten. Vielmehr bin ich bei der Vorstellung über diese Fortsätze zu einem anderen Ergebnis gekommen.

Da meine Vorgänger stets nur die Flüssigkeit dem Pansen entnahmen und die mitgerissenen Ciliaten in dieser schwimmen sahen, so ist ihre Vorstellung über diese als Schwimmtiere verständlich. Nach meiner Methode jedoch sind viel mehr Ciliaten an den festen Bestandteilen zu finden, ein Fingerzeig, daß dieses ihren natürlichen Verhältnissen weit mehr entspricht. Bei den Schwierigkeiten, durch die Futtermassen hindurchzukommen, ist daher auch eine so schnelle Fortbewegung nicht möglich. Wenn ich mir ferner die Ciliaten aus ihrer Zwangslage in der schmalen Fläche, d. h. zwischen Objekttisch und Deckglas, in die Wirklichkeit des Raumes zurückversetzt denke, so komme ich zu dem Schluß, daß wir es hier gar nicht mit Schwimm-, sondern mit Wühlformen zu tun haben, die sich durch die Futtermassen hindurchwinden und durch ihre Fortsätze besonders befähigt sind, um ein Rückgleiten zu vermeiden. Für diese Ansicht spricht ferner der Umstand, daß — wie von Eberlein bestätigt wird — die von den Stacheln beschriebenen Linien keinen Kreis, sondern eine leicht gewundene Spirale bilden und zwar im Sinne der Drehung des Körpers um seine Längsachse.

Die physiologische Bedeutung der Ciliaten.

Schuberg fand, daß „die aufgenommene Nahrung meistens aus kleinen Partikelchen des pflanzlichen Futters der Wiederkäuer besteht". Er sagt weiter, „daß *Entodinium*-Arten oft derartig große Pflanzenfasern aufnehmen, welche eine Verzerrung der Körperumrisse herbeiführen"; ganz das Gleiche fand er bei *Diplodinium*. Im weiteren kommt Schuberg zu dem Schluß, „daß die Ciliaten speziell für die Celluloseverdauung von Bedeutung sein könnten".

Nach Eberlein verschafft die Anwesenheit der Ciliaten den Wohntieren dadurch Nutzen, daß dieselben bei ihrer ungeheuren Zahl ihrem Wirte einen Teil der Cellulose in einen resorbierbaren Stoff überführen.

Nach meinen Beobachtungen kann ich die Erfahrungen der beiden Forscher bestätigen. Zuweilen war das Plasma vollgepfropft mit Cellulosepartikelchen. Niemals habe ich sie ihre Nahrung in

der Form wieder von sich geben sehen, wie sie diese aufnahmen. Damit liegt der Schluß nahe, daß sie bei der Verdauung eine Rolle spielen.

Ferner schreibt Schuberg, daß die größeren Arten der Gattung *Diplodinium* sehr häufig auch Individuen von Isotrichen auffressen, wobei es vorkommt, daß eine *Isotricha* das Innere ihres Räubers fast vollständig ausfüllt. Leider gibt er nicht an, ob er das Hineinkommen der Isotrichen durch den Mund beobachtet hat. Nach seiner Beschreibung möchte ich annehmen, daß er nur die Tatsache des Herumschwimmens der kleineren Ciliaten in dem Entoplasma der größeren festgestellt hat, eine Tatsache, wie sie auch mir mehrfach vorgelegen hat.

Auf Grund einer Beobachtung bin ich anderer Meinung geworden, die zwar durch weitere Beobachtungen gestützt werden muß, die aber immerhin viel Wahrscheinlichkeit für sich hat. In einem Material, das einige mit kleinen Isotrichen gefüllte Diplodinien enthielt, konnte ich beobachten, wie eine *Isotricha ruminantium* zweimal längere Zeit sich bemühte, durch den After in das Innere einer großen *Diplodinium maggii* zu gelangen. Zur Hälfte war sie schon eingedrungen, gab aber allerdings dann ihr Vorhaben auf. Wenn wir nun berücksichtigen, daß *Entodinium minimum* und die Isotrichen am widerstandsfähigsten gegen äußere Einflüsse sind, — was sofort aus einem Lebendpräparat klar wird — und wir ferner wissen, daß der After bei den größeren Formen nicht eine einfache enge Röhre, sondern einen ziemlich länglichen Spalt darstellt, so ist damit schon die Möglichkeit gegeben, daß die recht lebhaften kleinen Entodinien und Isotrichen vermöge ihrer Körperbeschaffenheit in den geschwächten Körper der größeren Diplodinien durch den After hineinkriechen können. Es wäre damit das Verhältnis gerade entgegengesetzt, daß nämlich die größeren nicht die Räuber sind. Damit ist aber nicht gesagt, daß die Isotrichen nun irgendwelche parasitierende Neigung bekunden. Wie man sie sonst gewöhnlich zwischen die Futterpartikel sich hindurchschlängeln sieht, so haben sie auch durch den Afterspalt, der für sie ein ähnliches Hindernis darstellte, hindurchzukommen versucht und sind in das Innere hineingelangt. Infolge der festen Körperbeschaffenheit der Diplodinien aber können sie aus ihrem unfreiwilligen Gefängnis nicht wieder heraus.

Cystenbildung.

Aus meinen bisherigen Angaben ist hervorgegangen, daß es mir nicht gelungen ist, irgendwelche Dauerformen der Protozoen auf-

zufinden. Die Frage der Cystenbildung hängt mit der Infektionsfrage eng zusammen. Und so ist es natürlich, daß die früheren Untersucher, die sich speziell mit der Infektionsfrage beschäftigt haben, intensiver nach Cysten gesucht haben. Eberlein und Günther haben diese nicht nachweisen können. Erst Liebetanz glaubt sie gefunden zu haben, doch lassen seine Beschreibung und die Bilder noch reichlich Zweifel an der Echtheit der Cysten bestehen.

Betrachten wir seine Angaben über die Cystenbildung genauer. Er hat die Pansenflüssigkeit langsam auf dem Objektträger eintrocknen lassen und das langsame Absterben[1]) der Ciliaten und Flagellaten bemerkt. „Die ersteren ziehen ihre Peristome tief ein, die Flagellaten werfen ihre Geißeln ab.“ Trotzdem er ebenfalls, wie seine Vorgänger, die Empfindlichkeit der Ciliaten festgestellt, ferner bei der obigen Austrocknung alle Merkmale des Absterbens beschrieben hat, findet er auf weiteren Stadien, daß ein gleichmäßig breiter Rand um den Körper ausgeschieden ist. Inwieweit aber absterbendes Plasma eine derartige Regelmäßigkeit zu erzeugen vermag, geht aus seiner Darstellung nicht hervor.

Trotzdem ich abgestorbene Ciliaten tagelang gehalten habe, habe ich derartige Veränderungen nicht festgestellt. Seine Abbildungen hierüber wie auch seine im Ziegenmagen gefundenen Entocysten machen ganz den Eindruck von pflanzlichen Gebilden. Mir selbst haben in Ausstrichpräparaten diese Gebilde vorgelegen. Außer den eiförmigen braunen Kapseln, die durch die Untersuchungen von Günther als Uredineensporen festgestellt sind, treten manchmal Wurmeier auf. Diese sind an den Pflanzenteilen befestigt und so in den Magenraum der Wiederkäuer gelangt. Die Abbildungen Nr. 56 und Nr. 57 von Liebetanz sprechen eher für die Wurmnatur als für ihre Zugehörigkeit zu Protozoen überhaupt. Bei intensiver Heidenhain-Färbung traten an diesen Gebilden die einzelnen Furchungsebenen und die den einzelnen Zellen zugehörigen Kerne deutlich hervor.

So viel aber geht aus dem obigen hervor, daß zurzeit die Dauerzustände der Ciliaten und Flagellaten nicht mit Sicherheit festgestellt worden sind.

[1]) Von mir gesperrt.

Zusammenfassung der Resultate dieser Untersuchungen.

1. Die von Liebetanz gefundene Amöbe ist den Entamöben zuzurechnen.

2. Außer den von Liebetanz beschriebenen eingeißeligen Flagellaten kommen mehrgeißelige Formen vor.

3. Die holotrichen Ciliaten haben Schlund- und Afterstützen; daher Wegfall der Kernstiele.

4. Die *Dasytricha ruminantium* Schuberg ist syn. mit *Isotricha ruminantium* Schub.

5. Die Neuanlage bei der Teilung der *Entodinium*-Formen erfolgt im Innern des Plasmas.

6. Bei der Teilung des Micronucleus von *Entodinium bursa* treten Centriole auf.

7. Die Ophryoscoleciden enthalten ein kompliziertes System von Längs- und Querfibrillen, das durch die Ausbildung des Stützapparates erst möglich ist.

8. Alle Stachelfortsätze bei der Familie der Ophryoscoleciden erfahren eine Stützung durch eine oder mehrere eingelagerte Fibrillen.

9. Die Ciliaten sind keine Schwimm- sondern Wühlformen.

Literaturverzeichnis.

1) Alexeieff, A. (1912): Sur quelques Protistes parasites intestinaux d'une Tortue de Ceylan. Zool. Anz. Bd. 40 Heft 4/5.

2) — (1912): Diagnoses de quelques genres recemment étudiés. Zool. Anz. Bd. 39 Heft 23/24.

3) Awerinzew, S. (1908): Über ein parasitisches Infusor aus dem Darm von Ophelia limacina, Bütschliella opheliae. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 90.

4) Bensen, W. (1910): Trichomonas intestinalis und vaginalis des Menschen. Arch. f. Protistenk. Bd. 18.

5) Berliner, E. (1909): Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.

6) Bezzenberger, E. (1904): Über Infusorien aus asiatischen Anuren. Arch. f. Protistenk. Bd. 3.

7) Bundle, A. (1895): Ciliate Infusorien im Coecum des Pferdes. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 60.

8) Certes, A. (1889): Note sur les Microorganismes de la Panse des Ruminants. Journ. de Micr. Tome 13.

9) Chagas, C. (1911): Über die zyklischen Variationen des Caryosoms bei zwei Arten parasitischer Ciliaten. Mem. Inst. Osw. Cruz. Bd. 3.

10) Dobell, A. (1907): Trichomastix serpentis. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 51.

11) — (1909a): Researches on the intestinal Protozoa of Frogs and Toads. Quart. Journ. of Micr. Sc. Vol. 53.

12) Doflein, F.: Lehrbuch der Protozoenkunde. 3. Aufl. Jena 1911.
13) Eberlein, R. (1895): Über die im Wiederkäuermagen vorkommenden ciliaten Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 59.
14) Entz, G. (1909): Studien über Organisation und Biologie der Tintinniden. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
15) Fiorentini, A. (1890): Sur les Protistes de l'Estomac des Bovidés. Journ. de Micr. Tome 14. (NB. Das Original der italienischen Arbeit hat mir nicht vorgelegen.)
16) — (1892): Antwort des Dr. Angelo ~ dem Dr. Schuberg. Zentralbl. f. Bakt. u. Parasitenk. Bd. 24.
17) Gläser, H. (1912): Untersuchung über die Teilung einiger Amöben. Zugleich ein Beitrag zur Phylogenie des Centrosoms. Arch. f. Protistenk. Bd. 25.
18) Günther, A. (1899): Untersuchungen über die im Magen unserer Wiederkäuer vorkommenden Wimperinfusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 65.
19) — (1900): Weitere Beiträge zur Kenntnis des feineren Baus einiger Infusorien aus dem Wiederkäuermagen und dem Coecum des Pferdes. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 67.
20) Gruby et Delafond (1843): Recherches sur des animalcules se développant en grand nombre dans l'Estomac et dans les intestins, pendant la digestion des animaux herbivores et carnivores. Compt. rend. Acad. des Sciences Tome 17.
21) Hamburger, Cl. (1908): Zur Kenntnis der Conjugation von Stentor coeruleus. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 90.
22) Hartmann, M. (1907): System der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
23) — u. v. Prowazek (1907): Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
24) — M. (1908): Eine neue Dysenterieamöbe Entamoeba tetragena Viereck syn. Entamoeba africana Hartm. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. 12 Beih. 5.
25) — (1909): Untersuchungen über parasitische Amöben. I. Entamoeba histolytica. Arch. f. Protistenk. Bd. 18.
26) — (1910): Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Trichonymphiden. Festschr. zum 60. Geburtstag Rich. Hertwig's Bd. 1.
27) — (1910): Praktikum der Protozoologie. II. Teil. Jena 1910.
28) — (1910): Flagellatenstudien. Mem. Inst. Osw. Cruz. Bd. 2.
29) — (1910a): Entamoeba testudinis n. sp. Mem. Inst. Osw. Cruz. Tome 2 Fasc. 1.
30) — (1912): Untersuchungen über parasitische Amöben. II. Entamoeba tetragena. Arch. f. Protistenk. Bd. 24.
31) — M. u. Withmore, E. (1912): Untersuchungen über parasitische Amöben. III. Entamoeba coli. Arch. f. Protistenk. Bd. 24.
32) Janicki, O. (1909): Über Kern und Kernteilung bei Entamoeba blattae. Biol. Centralbl. Bd. 29.
33) — C. (1910): Untersuchungen an parasitischen Flagellaten. Teil I. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 95.
34) — (1911): Zur Kenntnis des Parabasalapparates bei parasitischen Flagellaten. Biol. Centralbl. Bd. 31.
35) Khainsky, A. (1911): Zur Morphologie und Physiologie einiger Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 21.
36) Koltzoff (1911/12): Studien über die Gestalt der Zelle. III. Untersuchung über die Kontraktilität des Vorticellinenstiels. Arch. f. Zellforsch. Bd. 7 Heft 3.

37) Lankester, E. R.: A Treatise of Zoology. Part. I: Protozoa. London 1903.
38) Liebetanz, E. (1905): Amoeba bovis Liebet. Die parasitischen Protozoen des Wiederkäuermagens. Berl. tierärztl. Wochenschr. Heft 18.
39) — (1910): Die parasitischen Protozoen des Wiederkäuermagens. Arch. f. Protistenk. Bd. 19.
40) Maier, H. N. (1903): Über den feineren Bau des Wimperapparates der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.
41) Mercier (1910): Entamoeba blattae. Arch. f. Protistenk. Bd. 20.
42) Nägler, K. (1909): Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
43) — (1912): Caryosom und Centriol beim Teilungsvorgang von Chilodon uncinatus. Arch. f. Protistenk. Bd. 24.
44) — (1912): Die Kern- und Centriolteilung bei Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 26.
45) — (1913): Monas gelatinosa. Arch. f. Protistenk. Bd. 27.
46) Neresheimer, E. R. (1903): Über die Höhe histologischer Differenzierung bei heterotrichen Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.
47) Nöller, W. (1912): Entamoeba aulastomi. Arch. f. Protistenk. Bd. 24.
48) Prowazek, S. v., (1902): Notiz über Trichomonas hominis. Arch. f. Protistenk. Bd. 1.
49) — (1903): Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.
50) — (1904): Untersuchung über einige parasitische Flagellaten. Arb. Kais. Gesundheitsamt Bd. 21.
51) — (1904): Entamoeba buccalis. Arb. Kais. Gesundheitsamt Bd. 21.
52) — (1911): Beitrag zur Entamöbenfrage. Arch. f. Protistenk. Bd. 22.
53) — (1912): Weiterer Beitrag zur Kenntnis der Entamöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 26.
54) Schuberg, A. (1888): Die Protozoen des Wiederkäuermagens. Zool. Jahrbücher Bd. 3.
55) — (1890): Zur Kenntnis des Stentor coeruleus. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ont. Bd. 4.
56) — (1891): Einige Organisationsverhältnisse der Infusorien des Wiederkäuermagens. Sitz.-Ber. der Würzburger phys.-med. Ges.
57) — (1892): Bemerkungen zu den Untersuchungen des Herrn Dr. Angelo Fiorentini über die Protozoen des Wiederkäuermagens. Centralbl. f. Bakteriol. u. Parasitenk. Bd. 11 Nr. 9/10.
58) — (1905): Über Cilien und Trichocysten einiger Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 6.
59) Schröder, Olaw (1907): Beiträge zur Kenntnis von Stentor coeruleus Ehrbg. u. Stentor roeselii Ehrbg. Arch. f. Protistenk. Bd. 8.
60) Schulze, F. E. (1875): Rhizopodenstudien V. Arch. f. micr. Anat. Bd. 11.
61) Stein, F. (1859): Charakteristik neuer Infusoriengattungen. Lotos, Zeitschr. f. Naturw. Prag.
62) —: Abhandlungen der Königl. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften Bd. 10 1857—59.
63) — (1861): Sitz.-Ber. der Königl. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag 1.
64) — (1867): Der Organismus der Infusionstiere. Bd. 2. Leipzig.
65) Thon, K. (1903): Über den feineren Bau von Didinium nasutum. Arch. f. Protistenk. Bd. 5.

66) Tönniges, C. (1898): Die feineren Bauverhältnisse von Opalina ranarum. Sitz.-Ber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturwissenschaften zu Marburg.
67) — (1911): Trichocysten von Frontonia leucas. Sitz.-Ber. d. Ges. z. Beförd. d. Naturwissenschaften zu Marburg.
68) Weissenberg, R. (1912): Callimastix cyclopis. Sitz.-Ber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin Nr. 5.
69) Wenyon, C. M. (1907): Observations on the Protozoa in the Intestine of Mice. Arch. f. Protistenk. Suppl.-Bd. 1.

Lebenslauf.

Ich, Robert Emil Braune, evangelischer Konfession, bin als Sohn des frühverstorbenen stellvertretenden Sektionsvorstehers der Magdeburger Feuerversicherungs-Gesellschaft Adolf Braune und seiner Ehefrau Karoline, geb. Hörske, am 5. Mai 1889 zu Magdeburg geboren.

Von Ostern 1898 bis Michaelis 1908 besuchte ich das Realgymnasium zu Magdeburg.

Von Michaelis 1908 bis Michaelis 1909 widmete ich mich dem Studium der Naturwissenschaften in Marburg: Michaelis 1909 bis jetzt in Berlin.

Termin der mündlichen Prüfung war am 5. Juni 1913.

Meine Lehrer waren

in Marburg: Kayser, Korschelt, A. Meyer, Zincke;

in Berlin: Baur, Branca, Brauer, Claussen, Deegener, Dessoir, Engler, Hartmann, Hertwig, Heymons, Liebisch, W. Magnus, Simmel, Stremme, F. E. Schulze.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

G. Pätz'sche Buchdruckerei Lippert & Co. G. m. b. H.
Naumburg a. d. S.